

UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON
- MÉDECINE -

U. E. R. GRANGE-BLANCHE

Année 1972 - N°

00125

**ÉPREUVE
DE POURSUITE OCULAIRE
D'UN PENDULE**

THÈSE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

et soutenue publiquement le 10 Juillet 1972

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Michel CORNIGLION

né le 14 Mai 1944

à GRENOBLE (Isère)

UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON
- MÉDECINE -
U. E. R. GRANGE-BLANCHE

Année 1972 - N°

**ÉPREUVE
DE POURSUITE OCULAIRE
D'UN PENDULE**

THÈSE

présentée

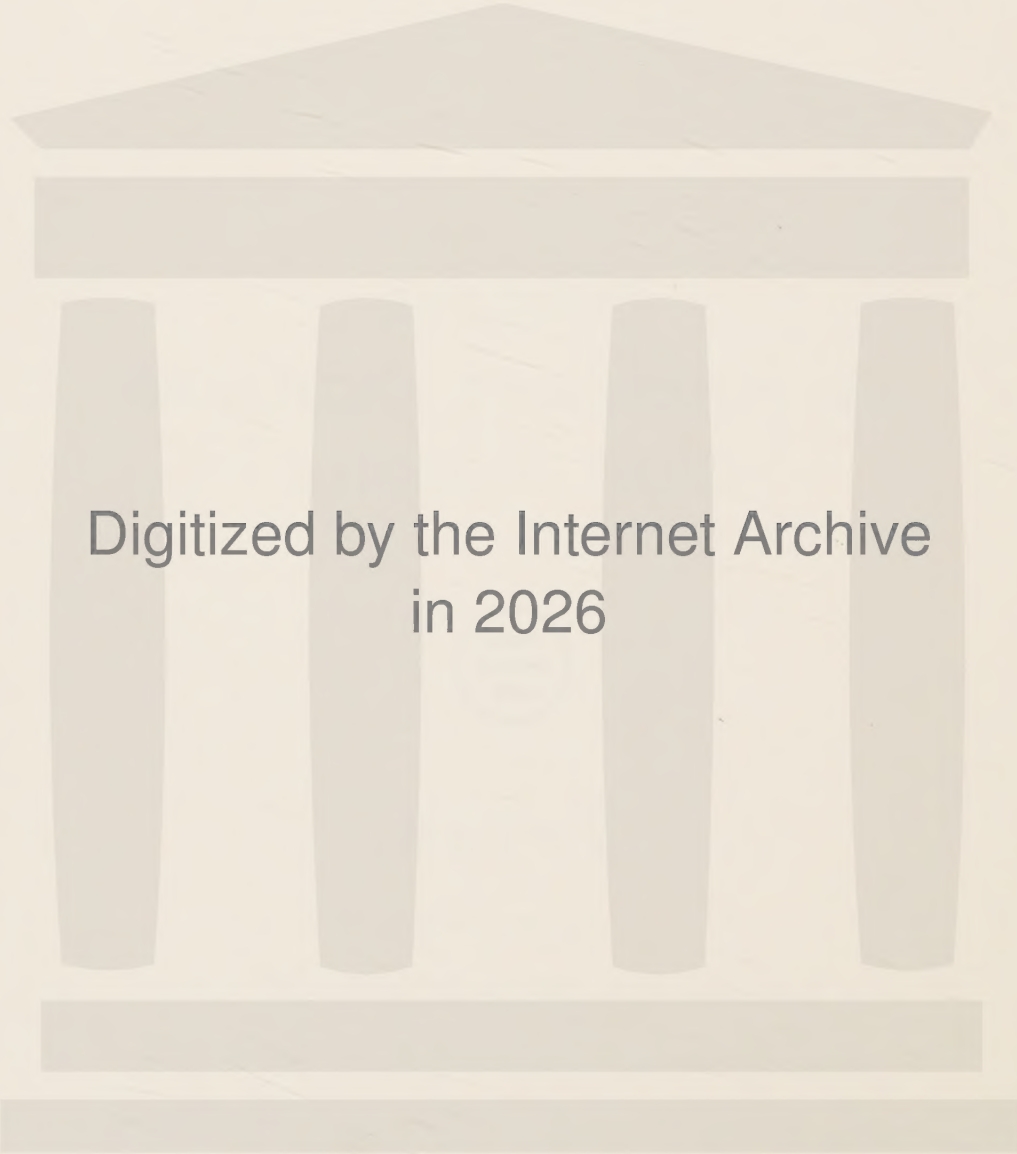
à l'Université Claude-Bernard - LYON
et soutenue publiquement le 10 Juillet 1972
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Michel CORNIGLION

né le 14 Mai 1944

à GRENOBLE (Isère)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552625_0018

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON

U.E.R. MEDECINE GRANGE-BLANCHE

Directeur de l'U.E.R. Grange-Blanche : D. GERMAIN

1er Assesseur : J. PASQUIER

PROFESSEURS

MM. J. CIBERT		Clinique urologique
M. LEVRAT		Clinique Médicale A
R. SOHIER		Bactériologie - virologie - immunologie
A. BADINAND		Chimie analytique pharmaceutique
J. COUDERT		Parasitologie et pathologie exotique
H. THIERS		Clinique de dermatologie, syphiligraphie et allergologie
M. DARGENT		Clinique carcinologique
P. GALY		Physio-pathologie des voies respiratoires
J. PAPILLON		Radiologie
P. MONNET		Clinique médicale infantile B
A. TRILLAT		Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique
J. LECUIRE	(1)	Neurochirurgie
J.F. CIER		Physiologie A
P. MICHAUD		Clinique de chirurgie cardiaque
G. FAUCON		Biologie médicale et pharmacodynamie
G. VIGNON		Hydrologie thérapeutique, climatologie et écologie sociale
P. MAGNIN		Clinique obstétricale
M. JOUVET		Pathologie générale et expérimentale
R. GUILLET	(1)	Chirurgie générale
R. CREYSSEL	(1)	Chimie biologique
M. JAUBERT de BEAUJEU	(1)	Chirurgie générale - Clinique de chirurgie infantile
J. FEROLDI		Anatomie pathologique
R. HUGONNIER		Clinique ophtalmologique
B. SCHOTT	(1)	Neuro-psychiatrique

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. M. COLIN	Médecine légale
J.O. PEYRIN	Physique biologique
A. PERRIN	Médecine générale
D. GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie

(1) - Professeurs à titre personnel.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES TITULAIRES

MM.	R. LAMBERT	Médecine générale
	R. FLANDROIS	Physiologie
	J. BRUNE	Médecine générale et thérapeutique
	H. DEJOUR	Orthopédie et traumatologie
	A. MORGON	Oto-Rhino-Laryngologie
	J. MOTIN	Anesthésiologie
	J. PASQUIER	Médecine générale et thérapeutique
	J.C. CZYBA	Histologie et embryologie
	J. FAVRE-GILLY	Hématologie
	M. AMIEL	Radiologie
	M. BOCHU	Radiologie
	J. CHASSIGNOLLE	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
	D. DARGENT	Gynécologie, obstétrique
	L. DURAND	Ophtalmologie
	P. ESPINASSE	Biophysique
	A. FROMENT	Cardiologie
Mme	M. HENRY	Bactériologie, virologie
	B. SALLE	Pédiatrie, génétique médicale
	P. ZECH	Néphrologie
	G. NOEL	Médecine interne

AGREGES EN EXERCICE

M.P.	DUMAS	Stomatologie
------	-------	--------------

Examineurs de la Thèse : Président : Pr. P. MOUNIER-KUHN

Assesseurs : Pr. Agrégé J. GAILLARD
Pr. Agrégé A. MORGON
Pr. Agrégé J.P. HAGUENAUER.

JE DEDIE CE TRAVAIL,

■ A tous ceux qui me sont chers,

A mon épouse,

A mon fils,

A mes grands-parents,

Au grand père de mon épouse,

A mes parents,

A mes beaux-parents,

A mon frère,

A ma belle-soeur, à mon beau-frère,

A ma famille,

A mes amis.

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE,

Monsieur le Professeur P. MOUNIER-KUHN,

Qu'il soit remercié de l'accueil bienveillant qu'il nous a toujours réservé.

Sa grande distinction, l'étendue de sa culture, ses remarquables travaux endoscopiques imposent le respect et l'admiration.

Nous lui sommes reconnaissant de l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre Jury.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE,

Monsieur le Professeur Agrégé J. GAILLARD

*Son dynamisme, la rigueur de son sens
clinique, la clarté de son enseignement
font l'objet de notre admiration.*

*Nous le remercions d'avoir bien voulu
accepter de compter parmi les membres de
notre Jury et nous l'assurons de notre
respectueuse reconnaissance.*

A NOTRE MAITRE ET JUGE,

Monsieur le Professeur Agrégé A. MORGON,

*Son érudition, sa remarquable compétence,
le charme de son abord et ses qualités de
copho-chirurgien nous ont séduits.*

*Nous le remercions de l'honneur qu'il
nous fait en acceptant de nous juger,
et lui exprimons notre profond respect.*

A NOTRE MAITRE ET JUGE,

Monsieur le Professeur Agrégé J.P. HAGUENAUER,

*Nous avons été impressionné par sa puissance
d'observation, ses connaissances et ses talents
de chirurgien.*

*Il est à l'origine des travaux qui ont inspiré
cette Thèse.*

*Il nous a confié ce travail et aidé tout au
long de sa réalisation.*

*Nous l'en remercions très vivement et nous nous
permettons de lui exprimer ici notre admiration.*

A LA MEMOIRE DU,

Professeur M. GIGNOUX,

Nous avons été son élève.

Nous avons admiré sa maîtrise chirurgicale.

*Sa bienveillance et son dévouement auprès des
malades resteront pour nous un exemple.*

A Monsieur le Docteur H. MARTIN

Oto-rhino-laryngologiste des hôpitaux.

*Nous lui devons notre orientation vers l'oto-
rhino-laryngologie.*

*Nous avons admiré sa virtuosité de copho-
chirurgien, nous avons été séduit par l'étendue
de ses connaissances.*

Qu'il soit assuré de notre profond respect.

A Monsieur le Docteur J.P. REBATTU

Oto-rhino-laryngologiste des hôpitaux.

A Monsieur le Docteur R. PARTHIOT.

A nos conférenciers du diplôme d'oto-rhino-laryngologie.

Monsieur le Professeur Agrégé A. MORGON,

Monsieur le Professeur Agrégé J.P. HAGUENAUER,

Monsieur le Docteur P. DUMOLARD,

Monsieur le Docteur B. GIGNOUX,

Monsieur le Docteur Ph BERNARD,

Monsieur le Docteur R. QUINCY,

Monsieur le Docteur H. QUILICHINI.

A Messieurs les Docteurs,

R. ACHACHE,

C. BAPTISTE,

M. BOUCHAYER,

H. CAJGFINGER,

R. CEZARD,

P. GADOT,

B. JAKUBOWICZ,

H. SCHEUER.

A nos Amis de la spécialité d'oto-rhino-laryngologie.

*Aux soeurs hospitalières, infirmières et infirmiers
des Hopitaux de Lyon.*

Aux Laboratoires CHIBRET.

I N T R O D U C T I O N

Parmi les techniques d'exploration des altérations de la motricité oculaire, qu'elle soit d'origine vestibulaire ou extra-vestibulaire, l'épreuve du pendule est une technique qui jusqu'à présent n'a fait l'objet que d'un nombre de travaux limités.

L'épreuve du pendule consiste à demander à un patient de suivre des yeux une masse oscillant dans un plan perpendiculaire au plan du regard, et à enregistrer les mouvements oculaires grâce à un amplificateur électronique.

En pratique on réalise cet examen en même temps que l'on pratique un examen nystagmographique.

Il semble que l'enregistrement des mouvements oculaires sous l'influence de stimuli sinusoïdaux ait été fait la première fois par OHM (1940). Puis par ROMBERG, YUNG, KORNHUBER et par de nombreuses équipes en particulier J. CORVERA et collaborateurs depuis 1963, au centre médical national de l'Institut Mexicain de Sécurité Sociale (l'I.M.S.S.) dans le service du Pr. DAVID à l'Hôpital de la Pitié à Paris, et enfin par de nombreux autres auteurs qui ne font que mentionner la méthode, le plus souvent, au cours de leurs publications.

C'est pourquoi après environ dix ans d'utilisation clinique de l'épreuve du pendule dans le diagnostic différentiel, entre les lésions périphériques et les lésions centrales des voies vestibulo-oculomotrices, il a paru intéressant de faire le point actuel, et d'essayer de définir la valeur de la méthode en fonction des résultats obtenus.

P L A N

- PRINCIPE DE L'ENREGISTREMENT

- . Les potentiels oculaires
- . Bases de l'enregistrement nystagmographique
- . Les conditions.

- STATIQUE DU GLOBE OCULAIRE

- . Introduction

- Musculature extrinsèque
 - L'unité motrice élémentaire

- . Unité fonctionnelle neuro-musculaire homéostatique

- L'homéostatique
 - L'unité fonctionnelle neuro-musculaire
 - L'unité neuro-musculaire homéostatique dans l'appareil oculo-moteur
 - L'intégration cortico-mésencéphalique.

- NYSTAGMUS SPONTANES

- . Définition
- . Nystagmus spontané vestibulaire
- . Nystagmus de fixation.

- COURBES ENREGISTREES PENDANT L'EPREUVE DU PENDULE

- . Tracé normal
- . Causes d'erreurs
- . Tracés dans les atteintes périphériques
- . Tracés dans les atteintes tronculaires

- . Tracés dans les lésions centrales.

- ANALYSE DES TRACES

- . Présentation clinique des dossiers (tableaux)
- . Les différents types de courbe rencontrés
- . Iconographie.

- CONCLUSIONS.

-oOo-

CHAPITRE I

Principe de l'enregistrement

En clinique, on enregistre, aujourd'hui le plus souvent les mouvements de l'oeil par électronystagmographie. Cette méthode est basée sur les variations de potentiels électriques que le mouvement du globe oculaire occasionne dans la région péri-orbitaire. Ce potentiel électrique trouve son origine dans le potentiel de repos de l'oeil.

I - LES POTENTIELS OCULAIRES.

a) Le potentiel cornéo-rétinien de repos :

- α - Historique : fut établi par les travaux de DUBOIS-REYMOND (1849).

Sur un oeil de poisson, non éclairé, cet auteur place 1 électrode impolarisable sur la cornée, et une autre à la partie postérieure de l'oeil. Il note, par l'intermédiaire d'un galvanomètre à corde une différence de potentiel entre les deux électrodes, et conclut que la rétine est de polarité négative par rapport à la cornée.

- β - L'origine du potentiel de repos serait, selon NOELL, le résultat d'une fonction complexe de l'activité métabolique rétinienne, et du transport d'ions entre la rétine et les tissus extra-rétiniens.

- γ - La localisation de la source du potentiel : grâce aux travaux d'électrophysiologie (implantation d'électrodes à la surface de la rétine et d'électrodes intra-rétiniennes - DANIS (1959) - grâce aux expériences de dégénérescence partielle (chimiques ou par ligature de l'artère centrale de la rétine), on a pu localiser le potentiel de repos dans une zone comprise entre

la membrane de BRUCH, à la base de l'épithélium pigmentaire, et la limitante externe, et , différencier par là même le potentiel de repos du potentiel d'action.

b) Le potentiel d'action :

- α - Historique : découvert par HOLMGREEN en 1865, sous le nom de BELICHTUNGSPOTENTIAL, qui note des variations du potentiel oculaire après l'action de la lumière sur l'oeil de la grenouille.

Etudié par divers auteurs, parmi lesquels DEWAR et ACKENDRICK, qui montrent qu'il existe une corrélation entre l'intensité de la réponse et le logarithme du stimulus (Loi de WEBER-PECHNER) ; le potentiel d'action rétinien, base de l'électro-rétinographie est donc bien différent du potentiel cornéo-rétinien du repos.

- β - Des expériences de dégénérescence partielle semblent montrer que le potentiel d'action prendrait naissance au niveau de l'extrémité interne des cellules réceptrices (cônes et batonnets) et du prolongement externe des cellules bipolaires.

2 - BASES DE L'ENREGISTREMENT ELECTRONYSTAGMOGRAPHIQUE.

L'oeil constitue donc un dipôle, la rétine étant de polarité négative par rapport à la cornée. Lorsque le globe oculaire effectue un mouvement vers la droite, la région temporale gauche, qui à ce moment se trouve le plus près de la rétine, présente une électronégativité plus élevée que la région temporale droite, et se trouve ainsi chargée négativement, et, réciproquement, lors des mouvements oculaires vers la gauche.

Le même raisonnement pour les mouvements verticaux montre que l'électrode sous-orbitaire est chargée négativement lors d'un mouvement oculaire vers la haut et vice-versa.

3 - LES CONDITIONS.

- a) Le patient : En position assise, tête fixe devra simplement suivre des yeux un pendule qui se déplace devant lui, dans un plan frontal, situé à 1 m 50 environ.

Toutes conditions psychologiques de confiance, dans une ambiance calme silencieuse, avec une lumière diffuse seront réalisées afin de retenir toute l'attention du sujet pour éviter des variations du potentiel cornéo-rétinien de repos ou de perte d'attention amputant l'enregistrement, et, se traduisant par un crochet sur la courbe.

- b) Le pendule : Dans le service nous utilisons un pendule de 800 grammes et de longueur telle qu'il se déplace dans le champ visuel du patient.

Il forme un angle de 30 degrés avec la verticale du lieu au moment du départ.

Un aller retour s'effectue en $2'' \frac{1}{3}$.

- c) Moyens d'enregistrement :

- 1) Les électrodes : La résistance de contact électro-épiderme peut être considérable (quelques dizaines de milliers d'ohms), et, peut varier pendant l'examen. La résistance d'entrée de l'appareillage électronique sera donc beaucoup plus important (50 à 100 fois supérieure) de manière à rendre les variations de la résistance cutanée minime par rapport à l'appareillage.

Par ailleurs, et toujours pour les mêmes raisons, on nettoiera la peau avec un mélange d'alcool et éther en parties égales, et on emploiera une pâte conductrice. Dans le service nous utilisons la crème "REDUX" qui semble donner les meilleurs résultats.

Les électrodes au contact des liquides interstitiels des tissus vont se polariser et, il résulte une oxydation de surface qui augmente la résistance peau-électrode ; le plus commode est d'utiliser des électrodes chlorurées. A l'Hopital neurologique nous utilisons des électrodes en argent chloruré de 5 m/m de $\emptyset$ ce qui ne dispense pas de veiller à leur non altération, et de les changer assez souvent.

Lorsqu'on n'utilise pas l'appareil les électrodes baignent dans du sérum physiologique, afin d'éviter toute altération de surface.

La localisation des électrodes, comme lors de l'ENG dans l'épreuve rotatoire sinusoïdale amortie, est essentielle si l'on désire obtenir un enregistrement valable. Elles seront disposées de part et d'autre de l'axe cornéo-rétinien. Dans le service nous les fixons sur la peau à l'aide de sparadrap dit "micropore".

L'enregistrement se fait en utilisant la dérivation horizontale

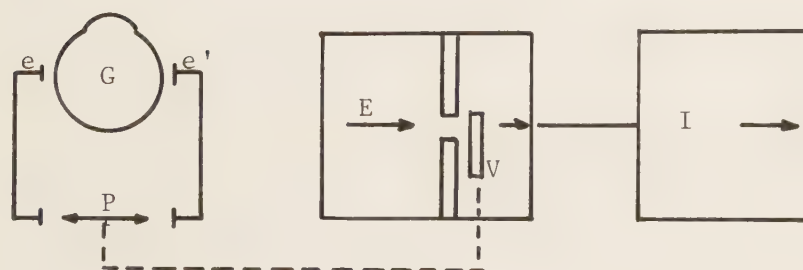
bi-temporale et la dérivation verticale monoculaire.

Une électrode centrale sert de prise de terre ; les électrodes transtemporales sont donc fixées à 1 cm de l'angle externe de l'oeil, sur le rebord orbitaire, pour l'enregistrement des mouvements horizontaux.

Les électrodes de la dérivation verticale sont disposées sur une verticale passant par la pupille gauche lorsque le sujet regarde droit devant lui. L'électrode supérieure au-dessus du sourcil le plus près possible du rebord orbitaire. L'électrode inférieure au niveau du bord inférieur de l'orbite. La distance entre ces 2 électrodes étant d'environ 6 cms.

On recueille ainsi les mouvements verticaux du globe oculaire.

Figure 1



P = variation de potentiel capté par les électrodes e et e'

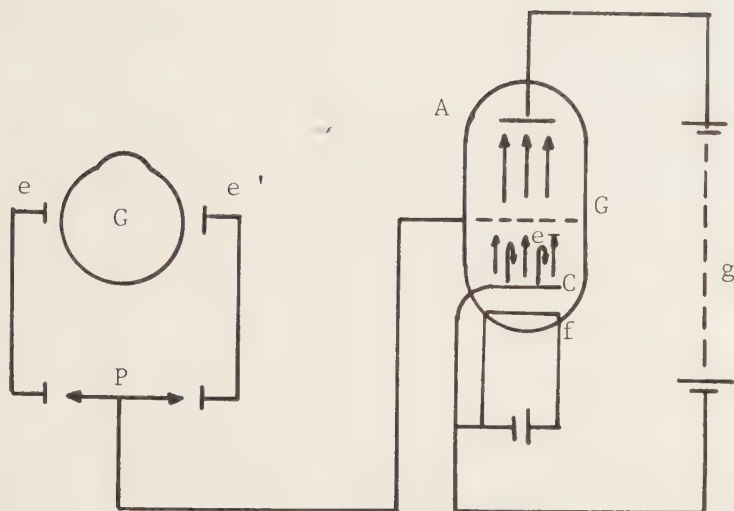
G = globe oculaire

V = vanne

E = flot d'énergie.

I = inscripteur

Figure 2



e^- = électron

c = cathode d'où partent les électrons à la suite d'un chauffage par un filament f

f = filament

g = générateur

G = grille dont la charge varie en fonction du potentiel capté par les électrodes e et e'.

2) Les liaisons électriques :

Les liaisons électriques entre les électrodes et l'appareillage électronique se font simplement à l'aide de fils de couleur selon la Convention Internationale d'Amsterdam (1953).

3) L'amplificateur :

Les variations de potentiel étant trop faibles pour entraîner directement un inscripteur il faut les amplifier.

Le premier enregistrement des variations de potentiel lors de mouvements oculaires fut réalisé par SCHOTT en 1922, à l'aide d'un électrocardiographe constitué d'un galvanomètre à corde. Il fallut d'ailleurs pratiquer un agrandissement photographique du tracé obtenu par l'électrocardiographe. Aujourd'hui l'électronique met à notre disposition des amplificateurs à résistance-capacité dits amplificateurs à courant alternatif et des amplificateurs à liaison directe ou à courant continu.

Principes de l'amplificateur électronique (figure 1) :

La différence de potentiel consécutive au déplacement des globes oculaires actionne une vanne "V". L'énergie que laisse passer cette vanne vers le dispositif inscripteur est proportionnelle au potentiel recueilli au niveau des globes oculaires. L'énergie nécessaire pour actionner la vanne est très faible par rapport à celle que l'on recueille sur l'inscripteur. Nous avons ainsi réalisé un amplificateur.

En réalité on utilise un triode (figure 2) ; la grille qui représente la vanne a une charge électronégative variable par rapport à la cathode et influence plus ou moins le flux d'électrons recueilli à l'anode. L'emploi d'une seule triode n'est pas suffisant pour actionner l'inscripteur : on utilise donc des chaînes amplificatrices, le plus souvent à transistors (le principe restant le même).

Caractéristiques de l'amplificateur à courant alternatif :

Cet appareil transcrit les variations du potentiel d'entrée pendant une durée qui dépend de la constante temps.

Ce système enregistre les variations de potentiel à l'entrée et non pas la valeur du potentiel. Cela explique que la plume rattrape la ligne de base selon une courbe exponentielle.

Caractéristiques de l'amplificateur à courant continu :

Cet appareil traduit par une déflexion du stylet enregistreur toute différence de potentiel introduite à ses bornes. Cette déflexion persiste tant que dure cette différence de potentiel à l'entrée, et, de ce fait chaque mouvement oculaire est fidèlement reproduit.

Ces amplificateurs enregistrent toutes les variations de potentiel même celles en provenance de la modification de résistance cutanée, de la polarisation des électrodes, de l'appareillage lui-même ou des variations du secteur.

C'est pourquoi les constructeurs produisent maintenant des appareils capables de rattraper automatiquement les tensions perturbatrices.

A l'Hopital neurologique l'enregistrement est pratiqué simultanément par amplificateur à courant continu et à courant alternatif.

-oOo-

CHAPITRE 11

Statique du globe oculaire

L'épreuve de poursuite oculaire d'un pendule nécessite un contrôle rigoureux de la motricité des globes oculaires. Nous allons essayer de montrer quels éléments entrent en jeu au cours de ce contrôle.

A - INTRODUCTION.

La situation des yeux, la localisation au niveau des pédoncules cérébraux et de la protubérance des noyaux oculomoteurs, la présence de centres corticaux (aire 8 - aire 19) de l'oculo-céphalogyrie, fait considérer le contrôle de la motricité oculaire comme différent des autres organisations générales. Cependant à la suite des travaux des neurophysiologues, tels que ASHBY, FENDER, GRANIT, LABORIT, WALSH, on a tendance à rapprocher les deux systèmes moteurs.

L'appareil oculo-moteur est composé schématiquement des quatre éléments suivants :

- Un système récepteur des "signaux" de stimulation.
- Un système analytique, c'est l'intégration des réponses.
- Un système de sortie ou de réponse.
- Un système rétroactif ou d'information sur les effets obtenus c'est à dire un système "feed back".

Nous les retrouverons tout au long de l'étude qui va suivre.

1) La musculature extrinsèque :

Nous ne reprendrons pas les caractéristiques anatomiques de la musculature extrinsèque des yeux, mais nous ne ferons qu'analyser le rôle que jouent les muscles comme récepteurs de signaux.

De récentes études histologiques (DUKE-ELDER) ont mis en évidence des formations particulières situées au niveau de la plaque motrice, et, ayant un rôle d'information proprioceptive avec effet "feed-back".

La plaque motrice d'un muscle oculaire est formée selon SAMSO et DUKE-ELDER des éléments suivants : (figure 3)

- . PM = plaque motrice ou élément effecteur de contraction en connexion ou stimulée par l'axone d'un motoneurone α
- . F'N' = fuseau neuro musculaire en connexion avec l'autre cellule motrice, de type γ , et responsable du tonus musculaire ; les fuseaux neuro-musculaires sont formés par des fibres musculaires fines (de 1 à 12) disposées à l'intérieur de capsules conjonctives et qui sont innervées par les motoneurones γ et par des fibres afférentes aux centres, qui sont de deux types :
 - ÷ des terminaisons annulo-spirales ou terminaisons primaires
 - ÷ des terminaisons en bouquets ou terminaisons secondaires
- . T = les terminaisons annulo-spirales sont enrubannées le long des fuseaux neuro-musculaires au niveau de la bague équatoriale. Elles sont sensibles aux variations de longueur du muscle. Selon HUNT une traction de 3 grammes suffit à exciter les motoneurones.

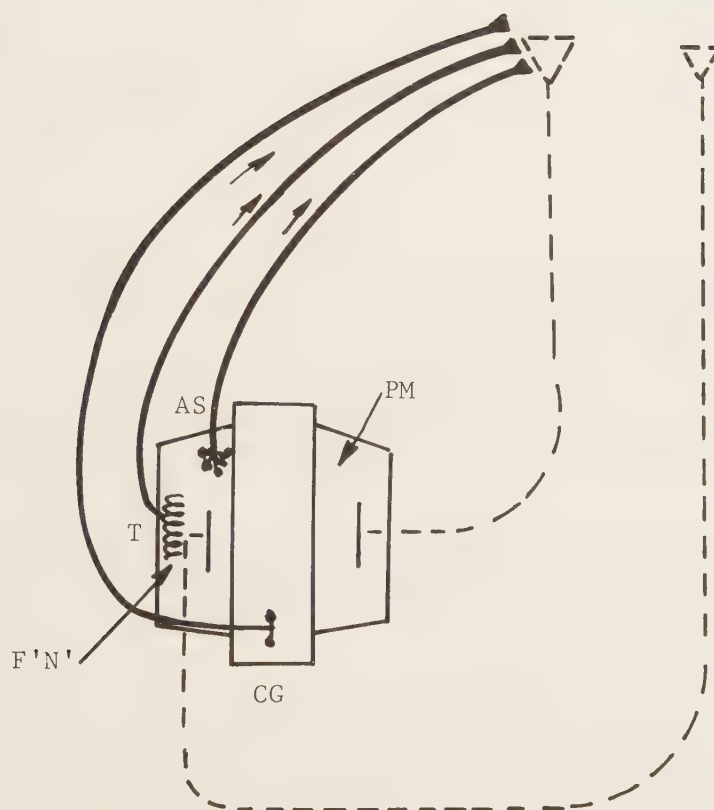
Ces formations annulo-spiralées sont, par l'intermédiaire de leurs axones, en relation synaptique avec le neurone α réglant l'excitabilité de la plaque motrice. Cela constitue donc un élément "feed-back".

- . AS = des terminaisons en bouquet partent également des fibres polysynaptiques de type proprioceptive en relation également avec le moto-neurone α .
- . CG = les corpuscules de GOLGI constituent le 3ème élément générateur de stimulation proprioceptive, et sont à l'origine de mécanismes "feed-back" sur les moto-neurones α qui entrent en activité uniquement au moment limite de résistance.

2) L'unité motrice élémentaire :

Constitue un élément fonctionnel chargé non seulement des stimulations externes mais aussi des relations avec les autres unités fonctionnelles

Figure 3



PLAQUE MOTRICE
(d'après T. de SAMSÓ)

intimement liées à elles dans leurs fonctions ; c'est l'échelon le plus primitif de circuit neuro-musculaire complet .

α) Selon le schéma de SAMSO, cette unité est constituée par les éléments suivants :

- a) le muscle proprement dit = dispositif moteur et source d'information sensorielles proprioceptives engendrant un "feed-back".
- b) les cellules motrices de type α ou γ formant le noyau moteur du muscle correspondant (figure 4).

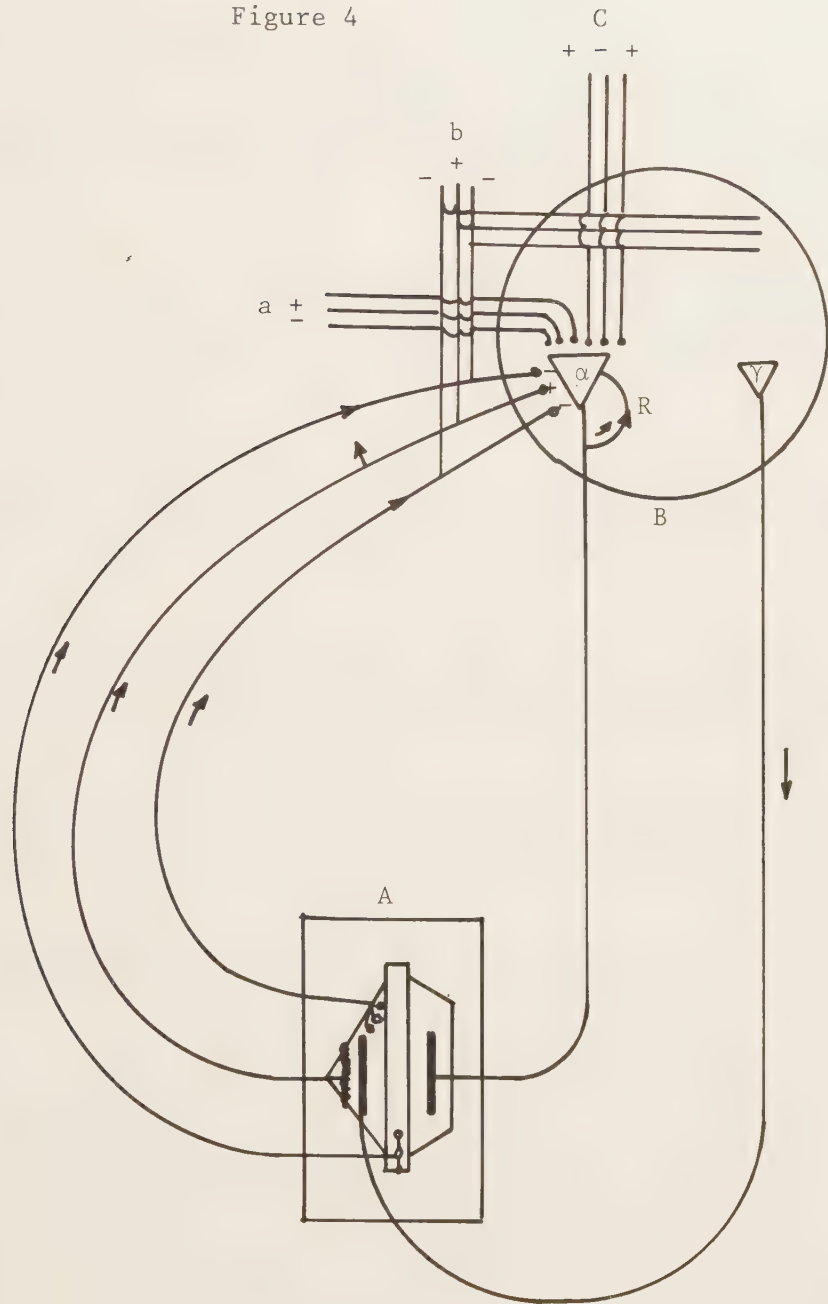
L'existence de 2 types de cellules motrices fut trouvée en 1945 par LESKELL.

GRANIT, HOLMGREEN et MARTON ont établi que la contraction musculaire peut passer à travers l'une des 2 voies simultanément par les deux. La voie α étant utilisée lors des mouvements rapides et la voie γ servant à la contraction "posturale".

La coordination entre les 2 systèmes a lieu dans le lobe cérébelleux antérieur, et pratiquement à tous les niveaux d'interconnexion.

- c) les voies motrices centrifuges constituées par les axones des motoneurones α et γ qui vont innerver la plaque motrice sont les responsables de la contraction musculaire et du tonus musculaire.
- d) le système proprioceptif : (ou mécanisme feed-back proprioceptif) constitué par les formations sensibles musculaires (terminaisons annulo-spirales, en bouquet et corpuscules de GOLGI) et les voies nerveuses centripètes qui envoient l'information aux motoneurones α en rapport avec les changements enregistrés par le muscle immédiatement après la stimulation.
- e) un ensemble de cellules d'interconnexion, interpolaires, sont fixées sur le trajet des voies "feed-back" ; leur mission est celle d'interconnexion et de polarisation des signaux afférents venant des récepteurs proprioceptifs rendant ceux-ci positif ou négatifs. C'est la base des systèmes agonistes et antagonistes des muscles.
- f) les cellules de RENSHAW : autre type de "neurones d'association" dont le rôle est d'éviter précisément la synchronisation des di-

Figure 4



Unité motrice élémentaire. Système moteur d'autorégulation

a, b, c, = cellules d'interconnexion

R = cellule de RENSCHAW

A = plaque motrice musculaire

B = noyau oculo-moteur.

vers moto-neurones α du même noyau moteur pour obtenir une parfaite corrélation fonctionnelle.

- β) Macroscopiquement et histologiquement cette unité constitue un élément facilement différenciable composé de 3 parties : le muscle, le nerf et le noyau.
- γ) Fonctionnellement elle constitue le 1er échelon de circuit neuromoteur dans lequel on reconnaît le 1er système d'autorégulation. Son fonctionnement se règle de lui-même par l'action stimulatrice (élément annulo-spirale) ou inhibitrice (élément en bouquet et corpuscule de GOLGI).
- δ) Biologiquement : LORENTE DE NO a décrit un dispositif pour tout le système nerveux qui fait figure de loi "Tout élément nerveux qui envoie une connexion fonctionnelle à un autre, reçoit de celui-ci une connexion réciproque".

Mais il ne faut cependant pas oublier que toutes ces unités indépendantes sont en fait en intime relation avec les autres unités semblables lesquelles ont une activité identique ou antagoniste.

Ce système est capable de modifier sa propre activité ainsi que de moduler les ordres des éléments supérieurs, afin de les adapter aux possibilités de la périphérie.

B - UNITE FONCTIONNELLE NEUROMUSCULAIRE-HOMEOSTATIQUE.

Le groupement de 4 circuits autorégulés qui constituent chacun une des unités motrice élémentaire, donne lieu dans le plan spinal à la formation d'un mécanisme plus complet composé de 4 muscles en relation fonctionnelle d'agonisme et d'antagonisme direct. Ceux-ci constituent une nouvelle unité fonctionnelle, plus complète, également auto-régulée dans son ensemble et dans chacune de ses parties. Cette unité est elle-même en connexion avec d'autres unités fonctionnelles plus complètes. On a donc une série de servomécanismes chaque fois plus compliqués et plus élevés dans l'échelle neurologique.

L'application du concept de l'homostatique de ASHBY à cette unité fonctionnelle dans le plan spinal selon le schéma de SAMSÓ a suggéré à CASTANERO la possibilité de considérer sa validité sur le plan oculo-moteur. Ceci permet d'expliquer certaines altérations fonctionnelles motrices extrinsèques.

Nous verrons successivement :

- Le concept de l'homéostatique mécanique.
- Son application en biologie au niveau spinal.
- Les possibilités d'application à l'appareil oculo-moteur.

1) L'Homéostatique : a été décrite par Walter CANNON comme la faculté qu'a un organisme vivant de maintenir relativement constant un certain état d'équilibre. ASHBY a décrit une machine pour expliquer ce phénomène.

Explication du schéma d'ASHBY (figure 5): Soit un aimant mobile autour d'un axe, entouré d'une bobine, et solidaire d'une palette par l'intermédiaire d'une tige métallique.

Figure 5

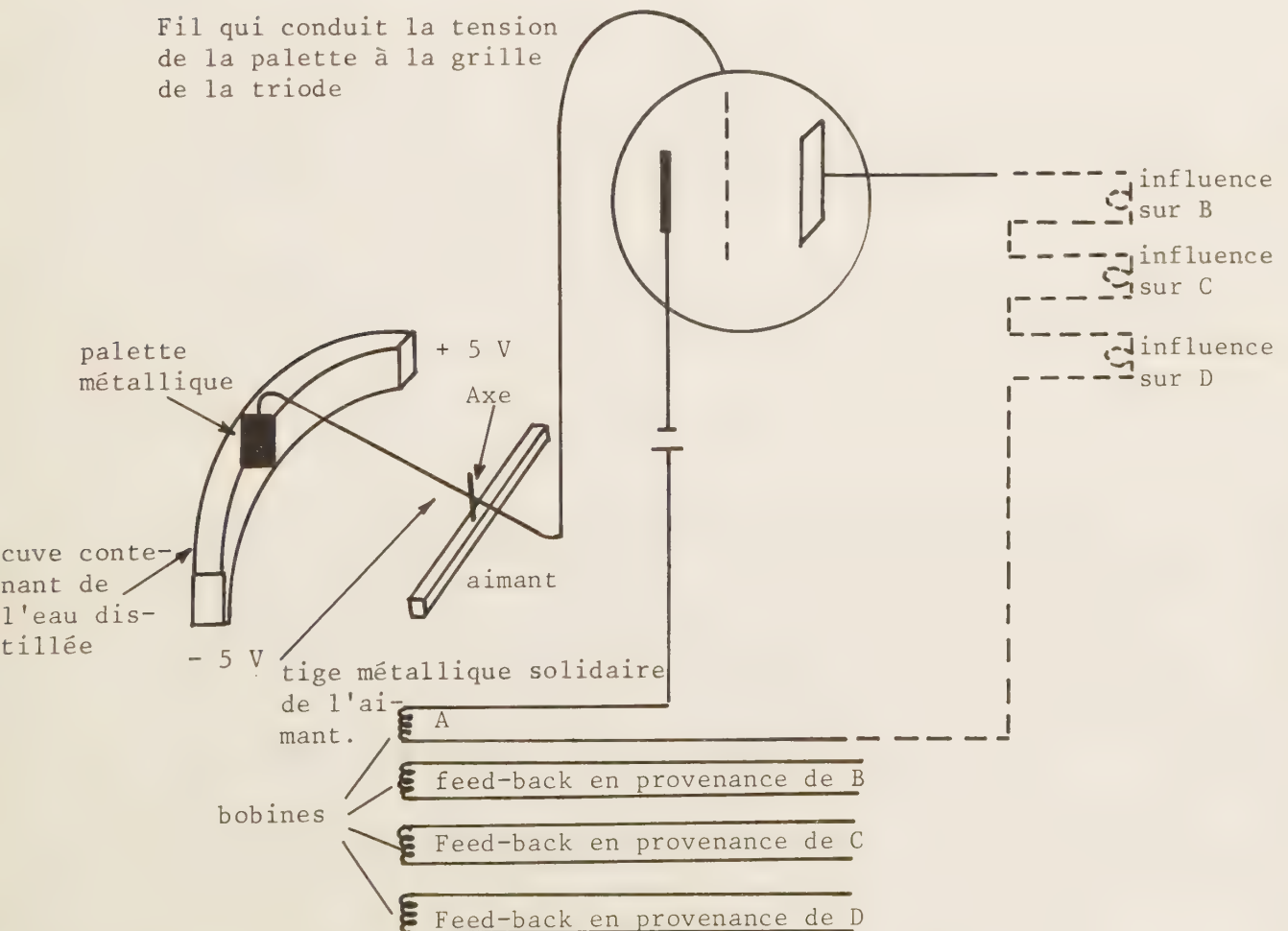


Schéma d'un élément homéostatique de ASHBY

La palette est immergée dans une cuve semi-circulaire. A l'une des extrémités de cette cuve, remplie d'eau distillée, on applique une tension de + 5 volts et à l'autre extrémité de - 5 volts.

Tout courant passant dans la bobine entraîne une déviation de l'aimant, donc de la palette qui prendra une tension plus ou moins proche de + 5 volts ou - 5 volts.

Si cette tension s'applique à la grille d'une triode qui règle le courant alimentant la bobine on obtient un courant qui reflétera la position de l'aimant.

L'action de la palette agit sur l'action du courant, lequel agit sur l'action de la palette, ceci représente donc un "feed-back" intégral dans lequel l'effecteur est alimenté à 100 % par ses effets.

Mais jusque là nous n'avons décrit qu'un seul élément de l'homéostatique qui en réalité comporte quatre éléments, chacun d'eux soumis à l'influence des 3 autres, la tension de la grille de l'élément A règle le courant de la bobine de A, mais aussi le courant de la bobine de B, C et D. (figure 5) et, réciproquement pour chacun d'entre eux.

Toute modification de l'un quelconque de ces éléments va obliger les 3 autres à s'adapter. Mais cette adaptation entraîne une réaction chez chacun des autres, ainsi se produit un torrent d'actions réactions et d'inter-actions. Selon, les calculs de l'auteur on arrive ainsi à 390.625 variantes.

Donc dans cet appareil, lorsque l'on introduit une variation quelconque on peut essayer toutes les solutions du dispositif jusqu'à en obtenir une qui conduise à l'équilibre définitif.

2) L'unité fonctionnelle neuro-musculaire :

L'application du dispositif d'ASHBY à la neurologie a conduit SAMSO à la création d'un schéma sur lequel on peut voir un ensemble neuro-musculaire spinal formé par quatre unités musculaires dont les relations d'agoniste et d'antagoniste sont directes. Cette unité neuro-musculaire est composée par 4 unités motrices élémentaires ou chacune d'elle agit comme un servo-mécanisme sur les 3 autres.

Les effets "feed-back" en provenance de chaque système annulo-spiral d'une unité agissent sur les quatre motoneurones α .

Le rôle de ce système est d'activer les 4 motoneurones synergiques et de freiner les antagonistes.

Les terminaisons en bouquet provoquent l'inhibition des extenseurs et l'excitation des fléchisseurs.

Les corpuscules de GOLGI inhibent les muscles soumis à la tension ou à l'excitation des motoneurones antagonistes.

Ce circuit autorégulé aboutira finalement à un équilibre comme dans l'élément homéostatique d'ASHBY.

C'est ce qui a permis à STRAMPELI de transposer les droits horizontaux dans le nystagmus pendulaire.

3) L'unité neuro-musculaire homéostatique dans l'appareil oculo-moteur :

Pour intégrer les conceptions précédentes dans l'appareil oculo-moteur il faut considérer qu'il y a 3 systèmes homéostatiques :

- horizontal,
- vertical et oblique droit,
- vertical et oblique gauche.

a) Le système horizontal (figure 6) est composé de 4 muscles, les 2 droits internes et les 2 droits externes), 4 noyaux formés par les moto-neurones α et γ , un système conducteur centrifuge formé par les axones des moto-neurones α et γ , un système "feed-back" (en provenance de chaque muscle) qui arrive à son moto-neurone propre et aux 3 autres moto-neurones, un système d'interconnexion double selon les lois de LORENTE DE NO par lequel chacun des noyaux des cellules motrices correspondant à un muscle se trouve en relation avec les 3 autres, le "feed-back" de l'un d'eux agissant donc sur les 3 autres en même temps. Cela constitue le système de relation entre les muscles antagonistes et agonistes.

Il existe par ailleurs des connexions supérieures qui à travers le système réticulé transmettent les informations. Des connexions d'auto-régulation existent également avec le système homéostatique vertical afin d'assurer une coordination entre les deux.

Figure 6

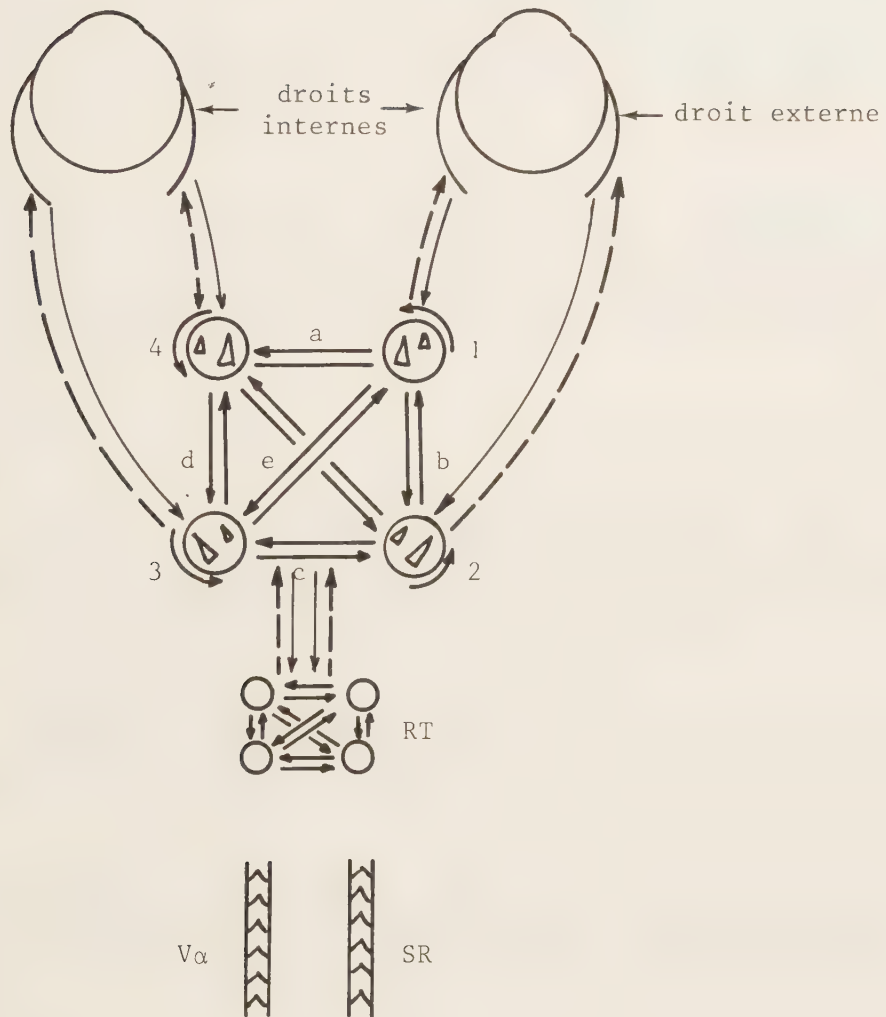


Schéma de l'homéostatique horizontale

- 1 2 3 4 = noyau des droits internes et externes
- en pointillés : voies effectrices
- en traits pleins : voies centripètes ou de Feed-back
- a b c d = voie de connexions inter nucléaires
- RT = relais thalamique
- SR = système réticulaire descendant
- Vα = voie α.

b) Le système moteur vertical et oblique droit :

Ce système est formé par les 2 droits supérieur et inférieur droit et les deux obliques gauche (figure 7). Selon le schéma d'ASHBY, on retrouve les mêmes connexions que dans le système horizontal (figure 8). L'association aux autres systèmes auto-régulés oculo-moteur se fait par des circuits de va et vient et par des circuits d'intégration plus élevés, et cela jusqu'au cortex.

c) Le système moteur vertical et oblique gauche : est formé par les 2 droits supérieur et inférieur gauche et par les 2 obliques droit. On obtient un nouveau système homéostatique de 4 éléments ayant les mêmes possibilités d'auto-régulation (figures 9 et 10).

CONCLUSIONS :

L'intégration des 3 systèmes auto-régulés de l'appareil moteur oculaire du fait de connexions internucléaires entre elles fait qu'il existe une interdépendance entre les divers mécanismes de telle façon que la modification de l'un des éléments sur les 12 existants, entraîne la variation des constantes de tous les autres.

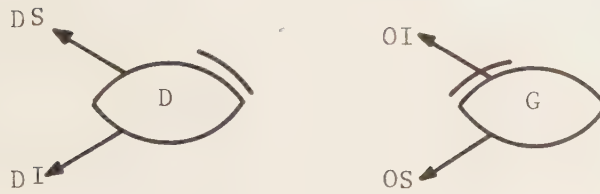
Donc les noyaux oculo-moteurs sont en relation entre eux pour aboutir à un système multistatique de niveau. Cela est bien prouvé dans l'exemple suivant : lorsque l'on regarde vers la droite les muscles verticaux et obliques doivent changer leur situation tensionnelle et leur contraction.

Lorsqu'il s'agit de suivre un objet c'est-à-dire lorsqu'il y a coordination oculaire par rapport au mouvement des images, une telle structure n'est suffisante. Il existe donc des organisations plus hautes.

4) L'intégration cortico-mésencéphalique :

Face à la conception simpliste des voies de stimulation motrice en provenance des aires motrices occipitales et frontales il faut opposer les lois de LORENTE DE NO sur la réciprocité. On aboutit alors à la notion que de telles voies cortico-mésencéphaliques ne sont que des circuits doubles avec des entrées et des sorties multiples connectées avec les autres mécanismes et en relation avec le système extra-pyramidal et le cervelet (figure 11).

Figure 7



Groupe musculaire oblique D

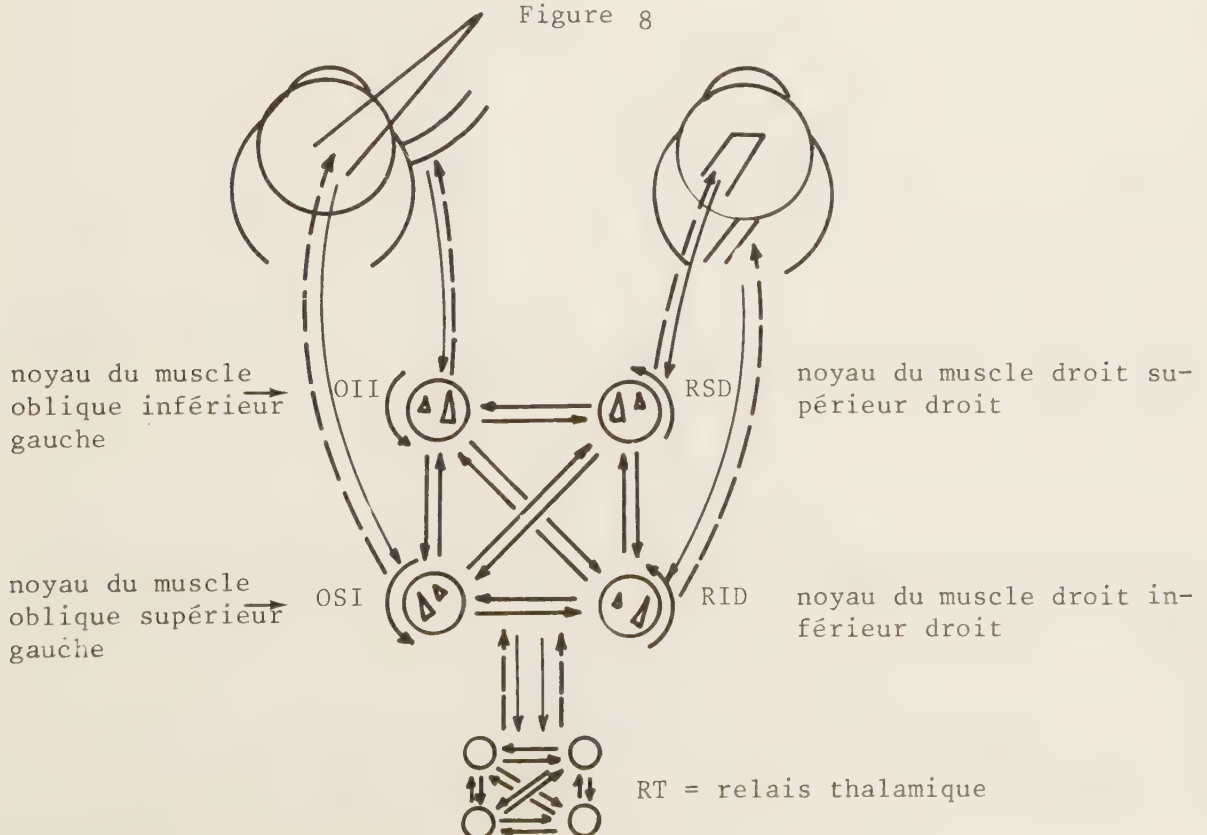
DS = droit supérieur

DI = droit inférieur

OI = oblique inférieur ou petit oblique

OS = oblique supérieur ou grand oblique

Figure 8

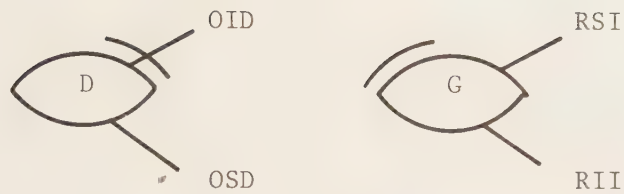


- en pointillés : voies effectrices

- en traits pleins : voies centripètes.

Système homéostatique oblique droit

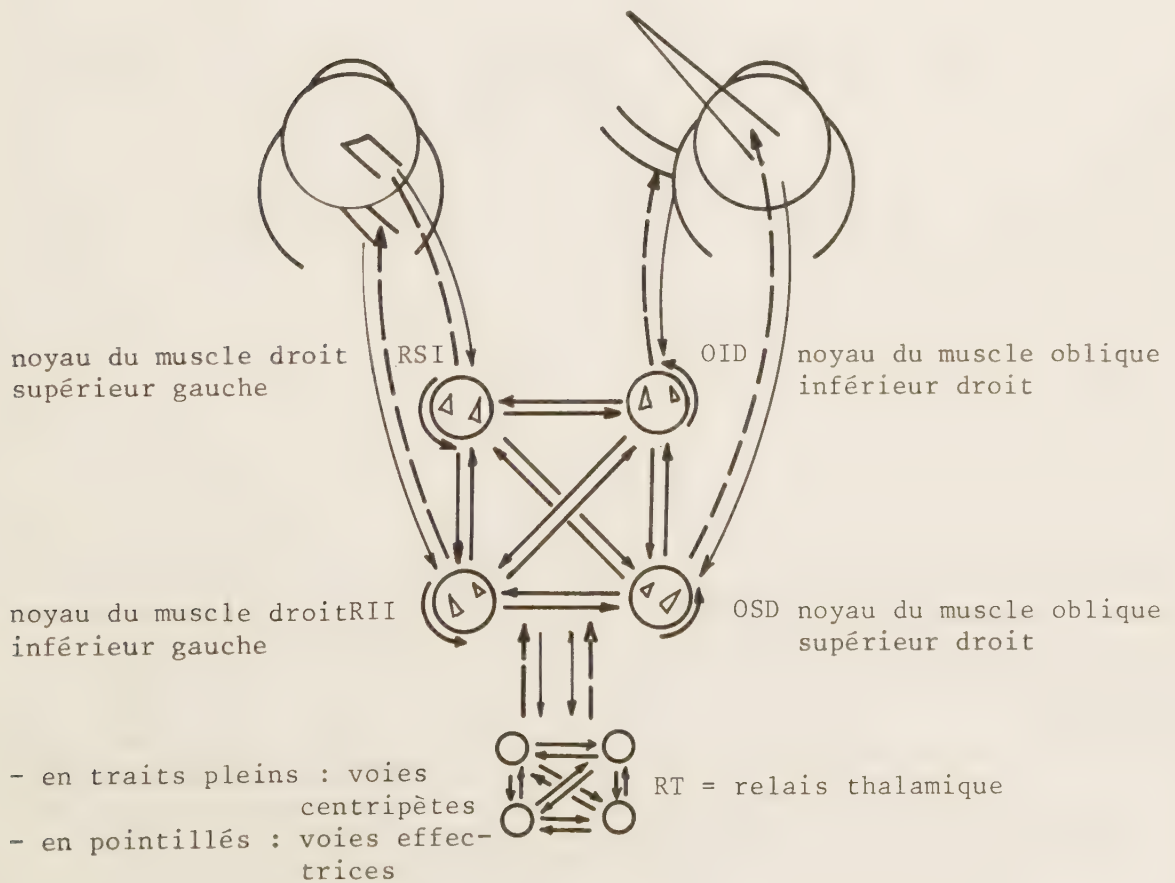
Figure 9



OID = muscle oblique inférieur droit
 OSD = muscle oblique supérieur droit
 RSI = muscle droit supérieur gauche
 RII = muscle droit inférieur gauche.

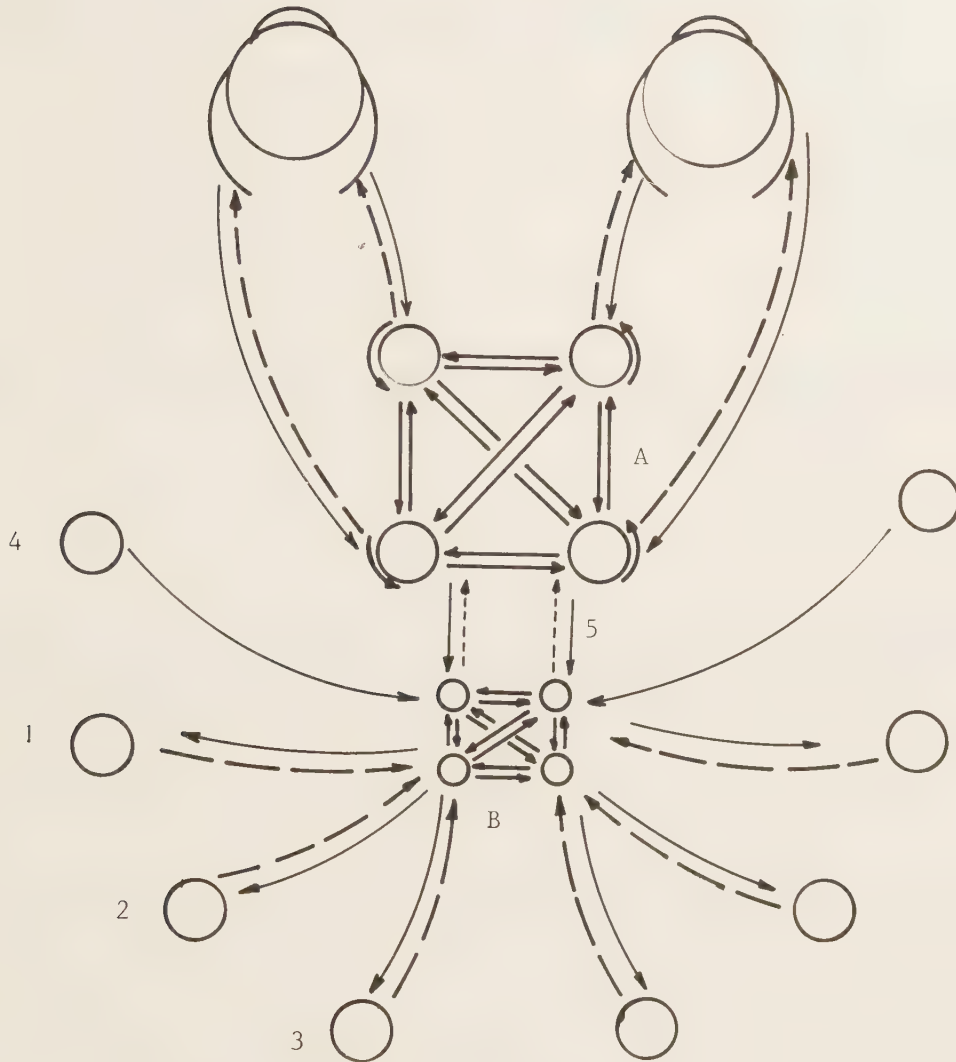
Groupe musculaire oblique Gauche

Figure 10



Système homéostatique oblique G

Figure 11



- représentation schématique de l'intégration cortico-mésencéphalique
- A = organisation homéostatique neuro-musculaire
- B = système homéostatique mésencéphalique (ou étage thalamique)
- 1 = représentation schématique des connexions par le système de la VIIIème paire
- 2 = connexions cortico-mésencéphaliques frontales
- 3 = connexions occipitales
- 4 = système proprioceptif cornéo-conjonctival
- 5 = système effecteur thalamo-nucléaire et voie proprioceptive oculo-motrice
- en pointillés : voies effectrices
- en traits pleins : voies Feed-back.

L'intégration de l'homéostatique oculo-moteur avec le système effecteur principal se fait par les voies suivantes :

- voie motrice volontaire
- voie optique
- voie extra-pyramidale
- voie de la 8ème paire.

Avant de détailler ces systèmes d'auto-régulation par voies ascendantes, il faut classer les mouvements oculaires en 3 types :

1) Mouvements volontaires :

Ils naissent dans les sphères motrices frontales. Les impulsions une fois sorties des centres corticaux suivent des chemins déterminés par une série d'organisations homéostatiques auto-régulées qui ne les différencient plus d'un influx d'une autre provenance.

2) Mouvements optiquement induits :

Ils correspondent à travers les stimuli visuels aux activités d'autres sphères (volonté, système de compensation par ex.).

3) Mouvements de compensation :

Engendrés par les stimuli des sphères extra-pyramidales (vestibulaire, muscles du cou, VIIIème paire).

Ces 3 mouvements ne diffèrent que par leur genèse.

α) Voies motrices volontaires :

a - Centres effecteurs ou générateurs d'influx :

Le point de départ se situe au niveau du cortex moteur préro-

landique, que l'on peut représenter par un schéma d'ASHBY (figure 12).

CROSBY, YOSS, et HENDERSON (1952) ont provoqué par stimulation du cortex prérolandique des mouvements oculaires dans des directions différentes, ce qui prouve l'existence de centres corticaux responsables des mouvements oculaires volontaires.

- b - La voie cortico-mésencéphalique est constituée dans sa partie centrifuge par la voie pyramidale jusqu'au 1er relai intermédiaire thalamique.

Le relai thalamique : a un rôle très important car il constitue l'un des centres dans lequel s'établit un circuit multistatique en relation avec les diverses voies oculo-motrices, comme la voie optique et la voie extra-pyramidale.

Cette voie est à double courant : connexion "feed-back" thalamo-corticale créant un circuit homéostatique à direction verticale qui transmet les informations en provenance des systèmes "feed-back" plus inférieurs.

Les voies pyramidales forment ensuite un 2ème système homéostatique dont les points terminaux sont les noyaux oculo-moteurs avec les moto-neurones α et ferment ainsi le circuit.

La fraction centrifuge de ce circuit thalamo-cortical et cortico-thalamique s'appelle le chemin α .

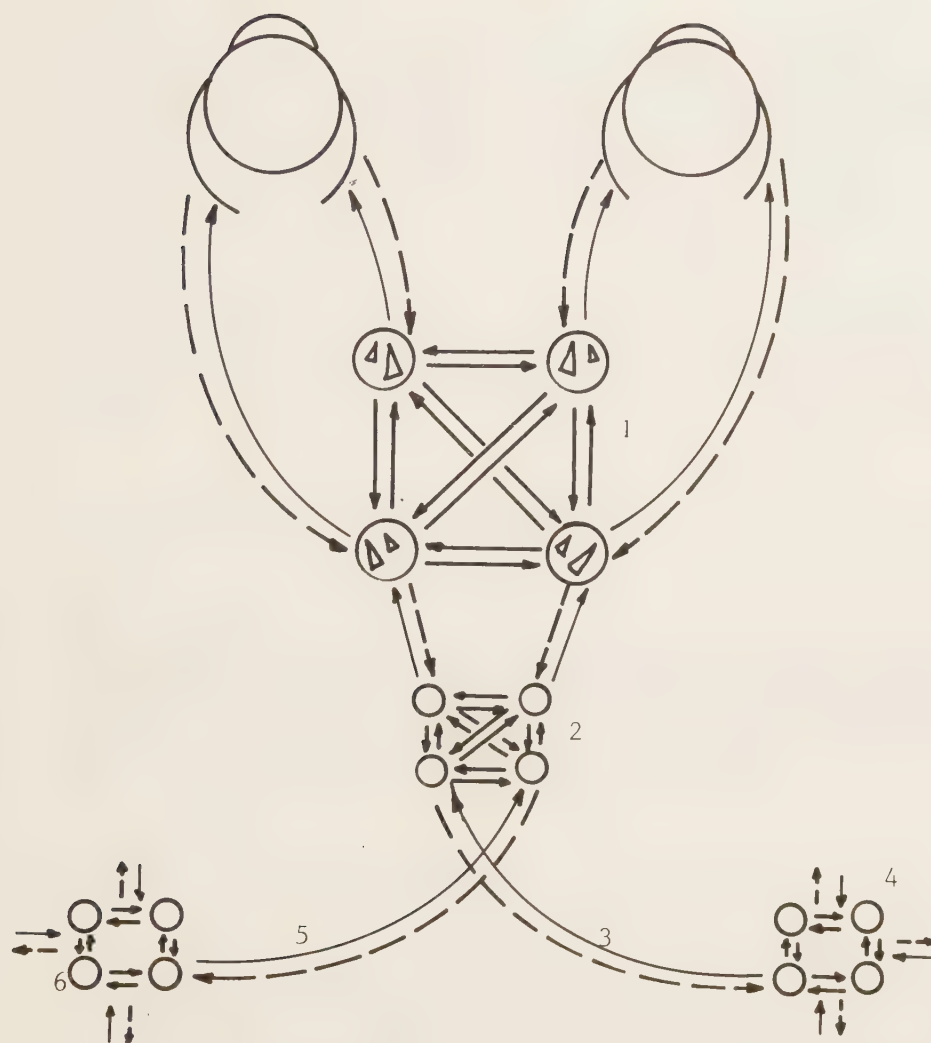
- c - Système effecteur neuro-musculaire : est constitué par les groupes moteurs oculaires.

- d - Système Feed-back : il est constitué par :

- les voies originaires des fuseaux neuro-musculaires qui peuvent arriver jusqu'au cortex moteur.
- La voie motrice volontaire, à travers les cellules internucléaires corticales, les relais thalamiques et les systèmes neuro-musculaires périphériques.

Ce système reçoit l'information feed-back en provenance des autres systèmes oculo-moteurs de compensation et sensitif.

Figure 12



Organisation schématique de l'activité
oculo-motrice volontaire

- 1 - multistatique oculaire élémentaire
- 2 - station thalamique intermédiaire
- 3 - voie cortico thalamique
- 4 - représentation multistatique des centres cortico-frontaux
- 5 et 6 -représentation schématique des connexions occipitales, post-rolan-
dique et cérébelleuses.

e - Etude des mouvements des globes oculaires :

- Le mouvement vertical directement vers le haut, s'obtient par la coopération synergique des 2 systèmes neuro-musculaires verticaux avec la participation des élévateurs appartenant à 2 groupes moteurs distincts. La participation horizontale est nulle ou passive. Les influx moteurs doivent arriver aux 2 moto-neurones α protagonistes de ce mouvement qui dans ce cas sont les 2 droits supérieurs. Les influx doivent partir des 2 cortex moteurs.

On peut aussi supposer que les influx n'arrivent qu'à un seul éleveur (dominance corticale d'un côté par ex.) et cela suffit car il y a auto-régulation à un niveau homéostatique plus inférieur.

- Le mouvement horizontal pur dépend de l'activité du moto-neurone α du droit latéral correspondant.
- Dans les mouvements verticaux obliques la coopération du système vertical et horizontal correspondant est nécessaire. En effet il faut admettre l'existence de 2 influx directeurs : 1 vertical sur le droit supérieur et l'autre sur le droit latéral horizontal, tous les 2 du même côté.

f - Organisation et mécanisme :

L'activité corticale ne sert qu'à ordonner le mouvement. Dès que l'influx est sorti de la sphère corticale l'activité est purement automatique. Les centres sous-corticaux reçoivent l'information, donnent des informations rétrogrades (feed-back) mais aussi s'auto-régulent eux-mêmes selon le schéma de l'homéostatique.

Dans l'étude de la nature et des caractéristiques du mouvement oculaire volontaire il faut insister sur le fait que ce mouvement se différencie uniquement de toute autre activité oculaire par l'origine de l'influx qui dans ce cas naît dans le cortex moteur préfrontal, alors que les mouvements optiquement induits naissent dans le cortex occipital. Mais dès que le "coup de fouet" effecteur est sorti de la sphère corticale, tout le mécanisme devient automatique. Il devient alors impossible de différencier l'aspect du mouvement déclenché par la sphère volontaire du mouvement induit par la sphère visuelle ; c'est "l'impulsora" de CASTANERO.

β) Voie optique :

C'est la source principale d'influx pour l'activité motrice. Les stimuli visuels engendrés par l'arrivée de la lumière, ou par des objets situés dans l'espace ou par le mouvement d'un objet donnent lieu à la mise en marche de mécanismes auto-moteurs de tonus et de mouvements dont la résultante est la mise en route des mouvements oculaires pour la fixation des objets.

L'importance des stimuli rétiniens comme éléments de contrôle de la position et du mouvement oculaire, étudiés par FENDE et LYE en 1962, constitue avec le système proprioceptif et oculo-moteur les 3 mécanismes d'auto-régulation des mouvements et de la position oculaire.

Le circuit opto-moteur comprend les parties suivantes :

- a - Origine des stimuli : c'est l'activité rétinienne et surtout la lumière et les stimuli en provenance des mouvements de fixation et de refixation.
- b - La voie centripète ou afférente est suivie par ces stimuli à travers le nerf optique jusqu'au cortex cérébral.

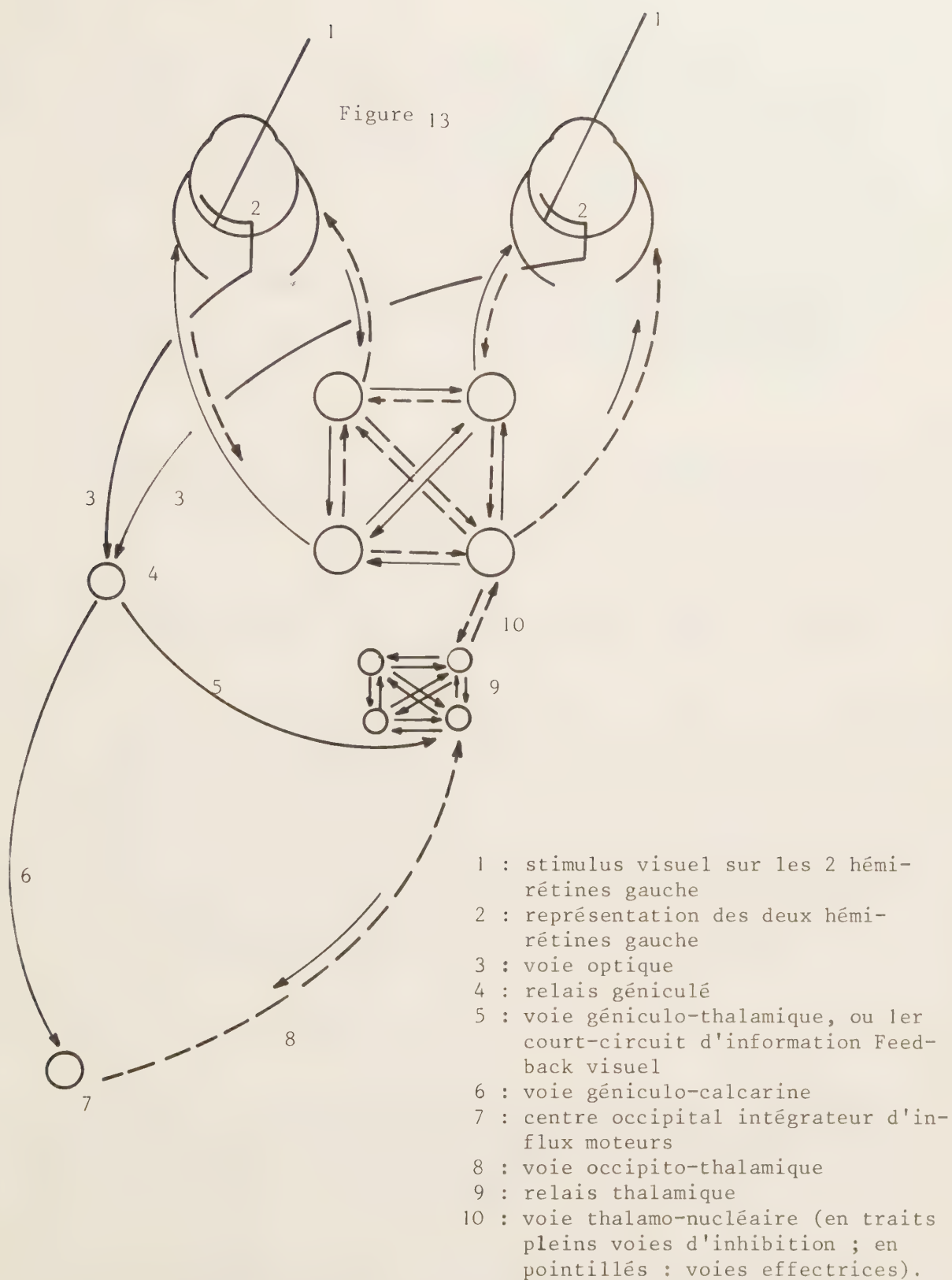
La figure 13 montre le trajet suivi par les influx nés d'un stimulus rétinien.

A noter le court-circuit géniculo-thalamique connecté avec le système vestibulaire extra-pyramidal , cérébelleux, spinal et avec le tubercule quadrijumeau supérieur homologue qui forme le premier système "feed-back" auto-moteur.

- c - La station analytique et d'intégration des stimuli rétiniens : (cortex visuel occipital), peut-être considérée comme le point de départ des stimuli effecteurs sur les neurones moteurs localisés eux-mêmes dans le cortex occipital constituant le 2ème mécanisme d'interconnexion sensorio-moteur-visuel au niveau cortical cette fois.

Dans la voie ascendante les connexions avec les aires 18, 19 et 39 de BRODMANN représentent un nouveau système régulateur des influx visuels.

La connexion temporale est démontrée histologiquement et par les troubles cliniques que l'on observe lors des lésions de cette région.



Représentation schématique de mouvements optiquement induits

Les connexions descendantes se font par les voies cortico-géniculée, occipito-thalamique. Les connexions avec le système extra-pyramidal, en particulier avec la formation réticulée et le cervelet font pressentir l'importance de la mise en marche des systèmes auto-régulés entre ces mécanismes et les centres visuels occipitaux.

- d - L'existence de centres moteurs occipitaux a été prouvée par les travaux de LINKSZ. L'action des influx bifovéaux sur les 2 centres occipitaux représenterait une neutralisation des effets ayant comme résultante l'immobilité relative des 2 yeux fixant un objet au repos.
- e - Voie occipito-mésencéphalique : (évidente physiologiquement, peu connu histologiquement) constitue la première unité centrifuge dans le système opto-moteur dans lequel la voie centripète constitue le système optique proprement dit.
- f - La portion terminale du système opto-moteur à partir de l'échelon thalamique est commune à toute l'activité qu'elle soit d'origine volontaire, optique de commande ou de compensation.
- g - Le système d'information qui auto régule le système opto-moteur ou les systèmes "feed back" ne sont pas seulement la somme de stimuli visuels, mais agissent de façon rétrograde sur les 2 échellons, mésencéphalique et cortical, et par la voie centripète du cortex occipital. D'autres informations viennent compléter le servo-mécanisme géant opto-moteur par les impressions reçues directement du système proprioceptif du reste du système moteur oculaire, des voies vestibulaires, des systèmes pyramidaux et cérébelleux qui à travers le système γ constituent le mode le plus fin de régulation du système moteur oculaire.

γ) Le système de la VIIIème paire.

Il s'agit de relations entre les mouvements oculaires et la position dans l'espace. Les mouvements appelés par LINKSZ de compensation et dont le rôle est de rectifier ou de compenser les déplacements éventuels de la tête ou du tronc afin que les yeux puissent continuer à fixer ou à regarder les objets extérieurs.

D'une façon générale on peut dire que le système vestibulaire pourrait être considéré du point de vue ophtalmologique, non seulement comme un système effecteur de mouvements oculaires, mais aussi com-

me un système informateur (ou feed-back) en vertu duquel l'appareil moteur oculaire mène à bien non seulement des mouvements actifs de rectifications mais aussi des modifications du tonus musculaire. Donc l'activité oculo-motrice déclenchée ou induite à partir du VIII doit forcément agir sur les 2 systèmes moteurs α et γ ; dans le 1er cas en déclenchant des mouvements oculaires plus ou moins rapides et intenses et dans le second cas en établissant sur eux non-seulement un contrôle et une servo-régulation, mais aussi une influence importante sur les mécanismes régulateurs du tonus musculaire par la voie γ et ses mécanismes "feed-back" périphériques.

La voie vestibulaire est schématiquement constituée par les éléments suivants :

- a - Les stimuli et les centres stimulateurs : les systèmes récepteurs sont constitués par les systèmes proprioceptifs du cou (dans lesquels il faut inclure non seulement le système proprioceptif musculaire mais aussi le système de la sensibilité des articulations - surtout celles des 2 premières vertèbres - et des récepteurs cutanés de PACINI) et par le labyrinthe membraneux.
- b - La voie centripète de ces stimuli qui possèdent un circuit extrêmement complexe et qui va aux sphères corticales cérébrales a également une voie plus courte et plus directe de façon qu'à partir des systèmes proprioceptifs du cou et des noyaux vestibulaires, des influx effecteurs sur l'appareil moteur oculaire arrivent directement au niveau des connexions créant ainsi une voie centrifuge basse.
- c - Les systèmes "feed-back" dont dispose l'organisation dépendante du VIII et des muscles du cou, sont en réalité formés par les propres stimuli afférents de manière que la propre activité oculo-motrice descendante par ces stimuli est simultanément "rectifiée" par les effets obtenus.

Les mouvements induits de compensation sont sous le contrôle des mouvements oculaires et céphaliques qui se servent à eux-mêmes de systèmes rétroactifs directs réglant ainsi les influx et leurs effets en un véritable circuit de va et vient.

6) Le système extra-pyramidal :

Le système complexe englobé sous cette dénomination par KINIER et WILSON en 1911 comprend un ensemble de structures d'origine diverses et dont le dénominateur commun est la fonction d'association, de contrôle et d'intégration des mouvements et du tonus musculaire qui affecte aussi l'appareil oculo-moteur.

CASTANERO dans son livre sur le nystagmus oculaire considère le système extra-pyramidal comme ayant un rôle important dans la régulation et la coordination des mouvements et du tonus, comme constituant un gigantesque servo-mécanisme dont l'activité sur le système moteur-oculaire se trace à travers des voies multiples et dont l'action ne se fait non seulement directement par la voie γ pour contrôler le tonus mais aussi par voie cérébelleuse, thalamique, corticale, comprenant les voies optiques et auditives, établissant des systèmes complexes de feed-back d'auto-régulation motrice du tonus et du mouvement, jouant un double rôle d'activateur et d'inhibiteur surtout à travers "l'obscur" formation réticulée.

Deux éléments sont importants dans cette organisation : la formation réticulée et le cervelet.

a - La formation réticulée :

Décrite pour la première fois par CAJAL comme élément d'interconnexion motrice et sensorio-motrice est la voie principale d'arrivée des stimuli aux organisations γ et à travers elles s'établissent des systèmes de coordination motrice. Ses multiples connexions réticulaires, sensorielles, motrices, cérébelleuses et cérébrales... font d'elles une importante organisation non seulement oculaire mais aussi de contrôle neurologique général, de modulation, d'intégration et surtout d'information "feed-back" de l'activité sensorio-motrice affectant spécialement le tonus musculaire et la coordination motrice.

b - Le cervelet :

Grand élément d'intégration qui reçoit non seulement l'information centripète provenant des formations neuro-musculaires élémentaires auto-régulées, mais aussi l'information venant des "centres" corticaux et des voies sensorielles visuelles et auditives (SNIDER - 1950). Les expériences de GRANIT, HOLMGREEN et MORTON - 1955 - ont démontré que l'activité des systèmes γ

(des petites cellules motrices) responsables surtout du contrôle du tonus musculaire et de la régulation motrice, dépend fondamentalement de l'existence de la fonction cérébelleuse. On peut dire la même chose de l'interconnexion entre les 2 systèmes effecteurs α et γ .

La destruction de l'activité cérébelleuse a amené GRANIT à la description de "l'animal α " dépourvu d'activité régulatrice γ .

-oOo-

EN RESUME

On peut considérer que l'appareil oculo-moteur est composé des éléments suivants :

- 1° - Un système effecteur ou appareil oculaire proprement dit, constitué par les groupes neuro-statiques décrits au début.
- 2° - Des systèmes générateurs d'influx moteurs responsables des divers types d'activité oculo-motrice : volontaire surtout, optiquement induite et de compensation.
- 3° - Les systèmes d'information efférente ou centripète spécialement en relation avec les 3 systèmes générateurs: intégrateurs-visuels, corticaux volontaires et de compensation (vestibulaire).
- 4° - Une organisation de circuits de rétro-information multiple dans lesquels les causes sont influencées et rectifiées par leurs propres effets et sont ainsi auto-régulées.

De nombreux auteurs pensent que c'est dans l'investigation des nombreux

circuits "feed-back" que nous devons chercher les explications étiopathogéniques des désordres qui ne peuvent être expliqués par des altérations plus ou moins importantes des systèmes effecteurs.

L'application au système visuel des actuelles connaissances de la physiologie du système nerveux (GRANIT - LOBORIT - WALSH ...) permet d'établir l'influence que les autres systèmes d'information comme le système proprioceptif oculaire (musculaire et conjonctival) et l'ensemble des systèmes d'intégration extra-pyramidaux, exercent sur le tonus et les mouvements oculaires à travers les organisations homéostatiques à divers niveaux sur les systèmes effecteurs α et γ .

-oOo-

CHAPITRE III

Nystagmus spontanés

(Influence de la position du globe oculaire et de la fixation sur ces nystagmus).

L'étude de ces nystagmus est importante pour l'épreuve du pendule, car lors des positions extrêmes du regard, ou, lors de la fixation d'un objet, on peut être amené à observer un nystagmus spontané vestibulaire.

Après une définition, nous allons essayer de les différencier en précisant les caractères des nystagmus spontanés.

I - DEFINITIONS.

Pour DEJERINE le nystagmus spontané est "un tremblement associé des globes oculaires". Cette définition ne tient pas compte des différentes causes possibles de nystagmus spontanés.

C'est pourquoi on définit avec ARSLAN le nystagmus spontané vestibulaire comme étant une série de secousses synergiques et rythmées, se succédant dans le temps selon une phase lente, puis une phase rapide, au niveau des globes oculaires. Il s'agit d'un mouvement de caractère tonico-clinique involontaire, rythmique, né de contractions coordonnées des muscles oculaires à action antagoniste. La phase lente constituée par une déviation lente conjuguée des globes oculaires, correspond à l'incitation sensorielle : c'est le mouvement primaire. La phase rapide n'est qu'un simple mouvement de rappel, consistant en une contraction rapide des muscles à fonction antagoniste, et, qui ramène les globes oculaires dans la position primitive.

C'est le sens de cette dernière secousse, qui conventionnellement, plus visible que la première, définit la direction des nystagmus.

En clinique le nystagmus spontané se recherche à l'aide des lunettes de BARTELS constituées de verre de 20 dioptries qui permettent de supprimer la fixation du regard, et d'observer plus facilement le phénomène. On utilise également les lunettes de FRENZEL qui possèdent un système lumineux et rendent l'examen plus confortable.

Aujourd'hui on pratique un enregistrement électronystagmographique qui permet une étude plus rigoureuse et plus approfondie.

- Le nystagmus que l'on observe dans les positions latérales extrêmes du regard est physiologique. A noter que ce nystagmus est symétrique.
- Le nystagmus de fixation apparaît lors de l'effort de fixation d'un objet et disparaît avec lui.
- Le nystagmus des mineurs de LAPERSONNE sort déjà un peu du cadre de cette étude car il demande plusieurs conditions pour se réaliser : défaut d'éclairage, effort d'accommodation, et surtout regard en haut et au-dedans.

II - NYSTAGMUS SPONTANE VESTIBULAIRE.

Ce nystagmus spontané peut se définir par sa direction qui correspond au plan du canal semi-circulaire en cause (nystagmus horizontal, vertical, rotatoire) et par le sens dans lequel il bat.

Ce nystagmus peut revêtir plusieurs formes :

il peut être pur c'est-à-dire horizontal ou vertical ou rotatoire,

Il peut être horizonto-rotatoire : dans ce cas il présente un mouvement horizontal sur lequel se greffe une composante verticale, transformant le mouvement en un mouvement horizontal et rotatoire.

Il peut être simple, gardant la même forme et battant toujours dans le même sens quelle que soit la direction du regard.

Il peut être franchement multiple changeant de forme et de direction suivant le déplacement du regard ; par exemple horizontal droit dans le regard droit ; horizonto-rotatoire dans le regard gauche, vertical, sauf dans le regard vers le bas.

Il peut être multiple, bilatéral gardant la même forme mais chan-

geant de sens lors du déplacement du regard. Par exemple horizontal droit dans le regard vers la droite et horizontal gauche dans le regard vers la gauche. Rotatoire-horaire dans le regard à gauche. Rotatoire antihoraire dans le regard à droite.

Le nystagmus spontané peut être influencé (comme le nystagmus provoqué) par des facteurs psychogènes et surtout émotionnels. Les imprégnations toxiques ou médicamenteuses (en particulier les tranquillisants, l'alcool) imprègnent parfois le système vestibulaire pendant plusieurs jours.

La forme du nystagmus varie selon l'origine périphérique ou centrale.

- a) Le nystagmus spontané d'origine périphérique : est de type horizontal rotatoire le plus souvent ; quelquefois de type horizontal pur, mais jamais multiple ; le plus souvent destructif, il bat vers l'oreille saine.

Rarement irritatif, il bat alors vers l'oreille lésée. Il s'accompagne toujours d'autres signes vestibulaires qui sont harmonieux.

Pour MONTANDON le nystagmus spontané périphérique est le plus souvent de courte durée à l'ENG, de direction variable ou bilatérale. Il s'estompe et disparaît par compensation centrale, pour faire place à un nystagmus latent ou à une lésion déficitaire. Sa valeur diagnostique ne doit pas être surestimée.

C'est ainsi que dans les tumeurs de la VIIIème paire on rencontre très fréquemment un nystagmus spontané. Certains affirment qu'il existe toujours, si on le recherche dans certaines positions particulières (nystagmus révélé). Ce nystagmus n'est pas très caractéristique, il est souvent multiple, mais on note un nystagmus ample et dysmétrique en relation avec l'atteinte cérébelleuse.

- b) Le nystagmus spontané d'origine centrale : revêt presque toujours une forme pure horizontale, rotatoire, diagonale ou verticale. Il représente l'un des éléments essentiels de la séméiologie vestibulaire :

- le nystagmus horizontal est le plus fréquent des nystagmus spontanés. Il est soit unilatéral, ne battant que d'un seul côté, soit plus souvent bilatéral c'est à dire battant à gauche dans le regard vers la gauche, et à droite dans le regard vers la droite. Dans ce dernier cas il peut prédominer d'un côté et bat alors vers ce dernier dans le regard direct.

Le nystagmus horizontal est généralement le témoin d'une lésion protubérantielle. Il peut se voir au cours des lésions de l'étage antérieur de l'encéphale.

- Le nystagmus rotatoire, moins fréquent, est uni ou bilatéral, horaire ou anti-horaire. Il traduit en général une lésion bulbaire.
- Le nystagmus vertical est encore moins fréquent ; le plus souvent il est vertical supérieur, plus rarement vertical inférieur, parfois il bat vers le haut et vers le bas. Le nystagmus vertical spontané traduit une lésion du tronc cérébral.
- Le nystagmus multiple réalise l'association d'un nystagmus horizontal et d'un nystagmus vertical, généralement le nystagmus horizontal est bilatéral ; le nystagmus vertical : supérieur, parfois aussi vertical inférieur.

Souvent l'un ou l'autre des nystagmus prédomine et apparaît dans le regard direct.

Le nystagmus multiple traduit une lésion diffuse du tronc cérébral.

Le nystagmus spontané d'origine centrale est isolé ou accompagné d'autres signes vestibulaires qui ne suivent pas forcément la phase lente du nystagmus : ils sont dysharmonieux.

Le nystagmus spontané d'origine centrale est en général plus durable que le nystagmus périphérique ;

et survient tantôt sous forme de crises accompagnées de vertiges (syndrome de Ménière, vertiges ménièriformes, intoxication), tantôt il est discret mais permanent.

Selon l'étiologie les nystagmus spontanés présentent des variations.

Dans la SEP le nystagmus spontané est constant, d'intensité et de caractère variable selon l'importance de l'atteinte. En principe de type multiple. Dans les tumeurs du 4ème ventricule le nystagmus spontané est constant, continu, régulier, le plus souvent il s'agit d'un nystagmus multiple avec prédominance de la composante verticale.

Dans les tumeurs du cervelet le nystagmus spontané est constant, multiple à composante horizontale prédominante.

Dans la maladie de WILSON on observe un nystagmus spontané horizontal.

Dans la maladie de PARKINSON on a pu observer dans quelques cas un

nystagmus spontané de type horizontal ou vertical survenant en bouffées isolées.

III - NYSTAGMUS DE FIXATION.

L'occlusion oculaire permet de supprimer des nystagmus de fixation, mais inversement certains nystagmus ne sont révélés que les yeux fermés.

On comprend dans ce cas-là tout l'intérêt nystagmographique, et toute l'importance qu'il y a à bien reconnaître ce nystagmus lors d'exploration clinique si l'on ne veut pas aboutir à des conclusions erronées.

Il faut parler à ce propos des nystagmus latents. Ce sont des nystagmus que l'on ne peut enregistrer avec les moyens classiques lorsque les yeux sont ouverts mais qui se manifestent après fermeture des yeux ; la PENG (photo-électronystagmographique) permet d'enregistrer des déviations de 1/10 à 1/20 de degré - GREINER). Celà est rendu possible par la voute inégale de la surface de l'oeil, et par la réflexion de la lumière au niveau de la paupière supérieure couvrant le globe oculaire. Chaque mouvement oculaire entraîne une variation de l'intensité lumineuse reflétée par la paupière supérieure. En général la fermeture des yeux devient inutile pour découvrir un nystagmus latent.

Signalons aussi qu'au cours des épreuves thermiques le nystagmus peut être inhibé par la fixation, de façon périodique le plus souvent.

Il est des nystagmus, comme l'a constaté LEDOUX, qui au lieu d'être supprimés sont au contraire amplifiés et révélés par l'ouverture des yeux ce qui serait un indice d'altération cervicale, pour cet auteur.

IV - NYSTAGMUS LORS DE LA POSITION LATÉRALE EXTREME DU REGARD.

La position latérale des globes oculaires entraîne une sensibilisation le plus souvent en rapport avec les muscles oculaires, ou un état toxique (imprégnation alcoolique par ex.) ; c'est pourquoi comme l'a montré BARRE l'examen du nystagmus doit se faire dans le regard dirigé de face. Pour BARRE on ne doit donc retenir,

que le nystagmus apparaissant dès que l'oeil franchit la ligne médiane, ou, en position latérale ne dépassant pas 45 à 50 degrés. C'est ainsi que l'on a codifié l'intensité du nystagmus spontané :

- Nystagmus de degré I , apparaissant lorsque la direction du regard présente un angle de 45 degrés avec celle du regard direct, dans le sens de la secousse rapide.
- Nystagmus de degré II , apparaissant dans le regard direct.
- Nystagmus de degré III, qui persiste dans le regard latéral du côté opposé à la secousse rapide.

Donc il ne faut pas retenir les nystagmus apparaissant dans les regards extrêmes, car il s'agit le plus souvent de nystagmus physiologiques. Ces nystagmus disparaissent en principe derrière les lunettes de BARTELS. Il faut aussi savoir que lors d'une paralysie oculaire ou d'un strabisme, on peut obtenir un nystagmus non vestibulaire.

CHAPITRE IV

Courbes enregistrées pendant l'épreuve du pendule (résultats)

I - TRACE NORMAL.

Nous avons vu lors de l'étude des techniques d'enregistrement que l'on utilise habituellement des oscillations pendulaires de 30 degrés d'amplitude à partir de la verticale du lieu.

L'amortissement pendulaire est très lent ce qui fait que la forme de la courbe et l'amplitude des mouvements restent à peu près constants pendant toute la durée de l'enregistrement qui ne demande que 20 à 30 secondes. Nous voyons sur les photographies que la courbe de réponse chez le sujet normal est une sinusoïde parfaite, aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu.

La courbe supérieure correspond, sur nos photographies à l'amplification par courant alternatif, des potentiels recueillis par les deux électrodes verticales.

La courbe du centre correspond également à l'amplification par courant alternatif des potentiels recueillis, cette fois ci, par les deux électrodes horizontales.

Quand à la courbe située au bas des photographies elle correspond à l'amplification par courant continu.

Il en sera de même pour tous les tracés que nous présentons.

II - LES CAUSES D'ERREURS.

a) Celles dépendant du patient :

Il arrive que l'on observe chez le sujet normal un certain

crochetage après 2 ou 3 oscillations. Cela s'explique par le fait que le sujet s'habituant au mouvement de va et vient du pendule a tendance à précéder du regard le déplacement du pendule pour aller le rechercher aux deux positions extrêmes où il inverse son mouvement. Ces "crochets" se voient également lorsque le sujet relache son attention pendant un instant très bref.

Il faut à ce propos insister à nouveau sur les conditions d'examen.

Le local ne doit pas être trop éclairé, et sinon insonorisé, tout au moins suffisamment isolé.

L'examen doit être pratiqué dans le calme car toute baisse de l'attention aboutira à un tracé crochété, et à la limite ininterprétable.

De plus il faut expliquer au patient le déroulement de l'épreuve (déclics, durée de l'épreuve) éviter tous les facteurs "stressants", le mettre en confiance et finalement "savoir rester humain".

Il convient aussi de s'assurer de la non absorption d'alcool ou de produits pharmaceutiques, tels que somnifères et tranquillisants.

b) Les cas d'erreurs en provenance de l'opérateur :

Outre le non-respect du protocole d'enregistrement il faut signaler les erreurs en provenance d'un "abus de gain". Il s'agit d'un mauvais étalonnage de l'amplitude des stylets inscripteurs qui aboutit à l'amputation du tracé dans sa partie supérieure, inférieure ou sur les deux ; le mouvement non enregistré se traduisant alors par une droite parallèle aux marges latérales.

c) En provenance de l'appareil :

Nous n'insisterons pas sur les artefacts en provenance :

- des électrodes,
- de la résistance de contact électrodes-épiderme,
- des liaisons électriques,
- de la mauvaise disposition des électrodes,
- de leur mauvais entretien,
- de la présence aux alentours du local d'examen d'appareils à haute

tension, de moteurs, prise de terre non réservée exclusivement à l'amplificateur, qui sont des conditions faciles à réaliser avec un peu de soins, et, qui d'une façon générale sont indispensables, qu'elle que soit la méthode utilisée, pour capter correctement les potentiels cornéo-rétiniens, ou obtenir un tracé convenable.

III - TRACE DANS LES ATTEINTES PERIPHERIQUES.

a) Lors des traumatismes craniens, et surtout lors des séquelles de traumatisme cranien :

- Dans les lésions périphériques évidentes, par exemple fractures tympano-labyrinthiques, labyrinthiques pures, dans les fractures microscopiques de la capsule labyrinthique que décèlent malgré tout des radiographies ou des tomographies de précision, l'épreuve de poursuite oculaire d'un pendule montre un tracé sinusoïdal.
- En dehors de toute fracture du rocher ou de la capsule labyrinthique l'épreuve du pendule montre, dans le cas de ce qu'on appelle, depuis 1883 avec SCHWARTZ "commotion labyrinthique", une courbe normale ; J.P. HAGUENAUER a montré, en effet, qu'en cas d'atteinte périphérique, du fait que l'épreuve se réalise à la lumière et qu'elle nécessite un phénomène de fixation afin d'obtenir une vision nette du pendule qui se déplace et du fait que l'amplitude du pendule ne demande pas des mouvements oculaires de plus de 30°, le nystagmus spontané dans le regard latéral est inhibé.

b) Dans la maladie de Ménière : où le nystagmus horizontal rotatoire, la grande crise giratoire brutale, précédée d'un bourdonnement ou d'une sensation auriculaire anormale représentent les maîtres symptômes, l'enregistrement est normal, aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu.

Cela a été montré, en particulier, par les travaux de CORVERA.

c) Dans les lésions destructives bilatérales de la cochlée et du vestibule : (travaux de CORVERA lors d'intoxication par la kanamycine) ; chez de tels malades qui présentent, d'une part une surdité bilatérale de perception, et d'autre part un hypo-excitabilité vestibulaire, voire une areflexie, le tracé obtenu n'est jamais perturbé.

- d) Expérimentalement on peut réaliser, au cours d'une épreuve calorique de BARANY, un enregistrement de poursuite oculaire d'un pendule ; le tracé est une sinusoïde.

Conclusions :

On peut donc conclure avec MASPETIOL et SEMETTE que les voies des mouvements oculaires réflexes n'ont pas de relation physiologique avec les noyaux vestibulaires et, à plus forte raison avec le nerf vestibulaire et le vestibule, et que lors d'atteintes périphériques, l'épreuve du pendule ne sera jamais altérée ; le tracé sera donc une sinusoïde parfaite.

IV - DANS LES ATTEINTES TRONCULAIRES.

Il faut distinguer deux cas, selon qu'il y ait atteinte du nerf vestibulaire uniquement, ou également des structures voisines.

- Dans la "neurotonite vestibulaire" : CORVERA montre que dans ces cas-là, la pathologie est limitée aux seules fibres nerveuses, et l'épreuve de poursuite oculaire d'un pendule se traduit par une sinusoïde.

- Dans les lésions débordant sur les structures voisines :

que ces lésions soient néoplasique, ou qu'il s'agisse de neurinome du VIII développé, on le sait, à partir de la gaine de SCHWANN, et le plus souvent sur la racine vestibulaire, elles vont de par leur passage dans l'angle ponto-cérébelleux entraîner une altération des structures voisines ; CORVERA, a montré qu'il existe des altérations sévères du tracé : les courbes sont assez anarchiques et présentent des dents de scie de grande amplitude. En cas de néoplasie du nerf vestibulaire ; les tracés sont toujours perturbés.

Si la lésion est petite les symptômes sont identifiables avec des lésions bulbaires et cérébelleuses.

- Au contraire en cas de lésions plus importante les signes suggèrent plus une affection de la protubérance et du pédoncule.
- Il ressort de ces constatations que dans les tumeurs cérébrales affectant secondairement le nerf, les altérations du tracé dépendent de la localisation de la tumeur.

V - LORS DES LÉSIONS CENTRALES.

1) Lésions de la fosse postérieure :

a - L'étage bulbaire :

est situé au-dessous de la zone nucléaire. En fait on y trouve une partie du noyau de ROLLER. Lors d'atteinte de cette région il existe fréquemment un nystagmus spontané rotatoire uni ou bilatéral.

Beaucoup plus rarement on observe un nystagmus horizontal ou multiple ; les signes associés sont surtout représentés par la paralysie pharyngo-laryngée.

- La syringobulbie et le syndrome de WALLENBERG représentent les principales étiologies en cause. Beaucoup plus rarement on a à faire à une lésion tumorale.

Le tracé lors de l'épreuve du pendule est généralement une courbe complexe avec des mouvements rapides des yeux. Mais lorsque les lésions prédominent d'un côté ou s'il s'agit d'un nystagmus spontané horizontal, les courbes prennent un aspect plus asymétrique. Le tracé ne présente alors des mouvements rapides que du côté de la composante rapide du nystagmus.

- Dans les cas d'insuffisance circulatoire vertébro-basilaire avec atteinte vestibulaire centrale, on observe une courbe d'allure régulière sur laquelle se greffent des secousses nystagmiques dans les positions latérales du regard.

En courant continu on obtient une courbe en escalier.

b - Etage protubérantiel :

Lors de lésions à ce niveau, on note dans 50 % des cas environ, un nystagmus spontané horizontal.

On voit presque toujours une abolition du nystagmus provoqué de forme rotatoire.

Les principales étiologies que l'on rencontre à ce niveau sont :

- les glioblastomes
- la maladie de FRIEDREICH
- l'hérédo-ataxie
- l'atrophie olivo-ponto-cérébelleuse.

L'enregistrement montre qu'il y a incoordination des mouvements oculaires qui sont très rapides et qui se traduisent par des "pics" successifs, brefs et amples.

c - Au-dessus des noyaux oculo-moteurs et des noyaux vestibulaires :

A ce niveau prédomine le nystagmus spontané de forme verticale, très rare, mais de grande valeur localisatrice et non pas étiologique ; on observe parfois un nystagmus retractorius (75 cas mondiaux).

Les quelques enregistrements dont on dispose semblent montrer à ce niveau des mouvements rapides surajoutés sur une courbe gardant une allure sinusoïdale.

2) Les lésions diffuses du tronc cérébral, ou siégeant au niveau du tronc cérébral :

- a - La Sclérose en Plaques (SEP) ou sclérose multiloculaire des Anglo-Saxons est très fréquente et dans 70 % des cas elle s'accompagne de symptomatologie vestibulaire.

Le nystagmus spontané, le plus souvent horizontal bilatéral ou multiple, rarement horizontal unilatéral, n'est inhibé, ni par la lumière, ni par la fixation. Cependant, vu les poussées qui caractérisent la maladie, des variations importantes d'un examen à l'autre, sont fréquemment observées.

On voit assez souvent une abolition du nystagmus provoqué de forme rotatoire qui est remplacé par une hyperexcitabilité horizontale.

Sur les tracés on observe le plus souvent une asymétrie de la pente de la courbe.

b - Les séquelles de traumatismes crâniens :

Nous avons déjà vu l'intérêt de l'épreuve du pendule dans les séquelles des traumatismes crâniens d'origine périphérique. En fait l'intérêt majeur de l'épreuve réside dans la différenciation que l'on peut faire entre des lésions centrales ou périphériques, lorsque des lésions minimales ne permettent pas d'affirmer, a priori, la région atteinte.

S'il s'agit d'atteinte au niveau du tronc cérébral on obtient une altération du tracé.

Il n'est pas rare d'obtenir dans ce cas-là une pente différente. Cela traduisant l'asymétrie lors du déplacement des globes oculaires.

3) Lésions annexes du tronc cérébral au niveau du cervelet :

L'hypermétropie, la lenteur de la contraction musculaire influencent et modifient les mouvements oculaires ; pour MASPETIOL, SEMETTE et JACKOWSKA-HEDEMANN on observe une courbe anarchique.

Pour CORVERA, SOMONTE, TORRES et LOPEZ dans le syndrome de FERGUSON-CRITCHLEY, (c'est-à-dire d'atrophie cérébelleuse) l'épreuve de poursuite oculaire se manifeste par des mouvements oculaires petits et rapides qui se surajoutent au mouvement sinusoïdal de bas en haut.

Enfin pour d'autres auteurs l'aspect caractéristique est une courbe en escalier lorsque l'on pratique un enregistrement en courant continu.

4) Région encéphalique :

Maladie de PARKINSON : Il s'agit de lésions du système pallidal et du locus niger (sauf du corps de LUYS).

L'instabilité oculaire souvent importante est plus marquée dans le plan sagittal.

Parfois on peut observer un nystagmus spontané, vertical ou horizon-

tal, et qui survient par bouffées.

Le plus souvent, lors de l'épreuve du pendule, il n'y a pas de nystagmus, mais on note sur les tracés des dents de scie qui traduisent un véritable tremblement des globes oculaires au cours de leur déplacement vers la droite ou vers la gauche. Cela correspond à un "véritable" phénomène de la roue dentée".

5) Région corticale :

Les lésions situées à ce niveau donnent peu de signes vestibulaires. Il arrive que l'on observe un nystagmus spontané horizontal bilatéral ; le plus souvent on a un nystagmus en position IV de type vertical inférieur.

a - Dans les lésions corticales non systématisées :

Il arrive que l'on observe une sinusoïde perturbée alors qu'il n'existe aucun signe vestibulaire spontané, ou provoqué, par les épreuves classiques, et qu'il n'existe aucun signe neurologique mettant en évidence des troubles de la mobilité automatique.

Dans ces cas MASPETIOL et SEMETTE pensent qu'après avoir éliminé les troubles volontaires de l'attention, il faut interpréter ces phénomènes comme d'origine corticale. Il s'agirait d'un trouble de l'automatisme oculaire de fixation et du mouvement de poursuite. Ces altérations seraient en rapport avec un dérèglement de la fixation attentive du regard par suite d'une perturbation dans le système de centrage oculaire et d'un trouble du déplacement automatique du regard à la poursuite de l'objet qui se déplace.

b - En cas de multiples foyers de ramollissements cérébraux bilatéraux et d'atteinte de la capsule interne réalisant le syndrome pseudo-bulbaire, on note une ataxie du regard.

L'enregistrement évoque une courbe anarchique avec de grandes irrégularités.

Dans le nystagmus congénital :

Le nystagmus congénital est en relation avec une atteinte de la bandelette longitudinale postérieure, il est dans sa forme classique pendulaire et facilement différenciable. Mais il existe des cas où le nystagmus congénital revêt une forme vestibulaire. MASPETIOL et SEMETTE ont montré que le nystagmus congénital interférait avec les mouvements pendulaires ; la courbe est perturbée de type triangulaire, ou cycloïde. Pour ces auteurs ce type d'altération est pathognomonique du nystagmus d'origine congénital.

-oOo-

CHAPITRE V

Analyse des tracés

Notre étude a porté sur cent observations. Les malades se répartissent de la façon suivante :

(Voir tableau n° I).

Parmi ces malades, 65 présentaient un nystagmus spontané.

Dans le tableau II, nous avons fait figurer les différents types de nystagmus (horizontal, vertical, rotatoire, horizonto-rotatoire, multiple et dissocié) en fonction des étiologies rencontrées.

(Voir tableau n° II).

La plupart des malades ont subi, non seulement, un enregistrement électronystagmographique, des mouvements oculaires lors de l'épreuve du pendule, mais aussi, un enregistrement électronystagmographique lors de la classique épreuve sinusoïdale amortie.

Les données de l'épreuve sinusoïdale amortie sont rapportées dans le tableau n° III.

Les tracés, des cent malades ayant subi une épreuve de poursuite oculaire du pendule, peuvent, en fonction de nos constatations personnelles et des données déjà établies dans la littérature se systématiser en sept types.

TABLEAU I

- 52 -

ETIOLOGIE	Nombre de cas.
Dépression chez un éthyl	1
Syndrome confusionnel	1
Encéphalopathie	2
Crises convulsives	7
Sclérose en plaques avérée	19
Suspicion de sclérose en plaques	14
Syndrome de DEJERINE ROUSSY	1
Pinéalome	1
Hémi-syndrome cérébelleux	2
Syndrome cérébelleux	4
Dégénérescence spino cérébelleuse	4
Suspicion de tumeur de la fosse postérieure	1
Neurinome de l'acoustique opéré	2
Maladie de PARKINSON	3
Syndrome du tronc cérébral	5
Syndrome vasculaire protubérantiel	1
Syndrome de FOVILLE	2
Syndrome bulbaire	1
Syndrome d'AVELLIS	1
Syringomyélie	2
Syndrome de MILLER-FISCHER	1
Perte de connaissance après traumatisme crânien	9
Nystagmus congénital	1
Ophtalmoplégie	2
Lipothynie	2
Neurotonite vestibulaire	1
Maladie de MENIERE	1
Vertiges	5
Fonctionnels	4

ETIOLOGIE	Nystagmus dissocié	Nystagmus multiple	Nystagmus horizontal rotatoire	Nystagmus rotatoire	Nystagmus vertical	Nystagmus horizontal bilatéral	Nystagmus horizontal unilatéral
Dépression chez un éthyl							1
Syndrome confusionnel						1	
Encéphalopathie		1	1				
Crises convulsives				1		1	1
Sclérose en plaques avérée	3	3	1		1	5	2
Suspicion de sclérose en plaques	1	3	1	1		1	2
Hémi-syndrome cérébelleux							1
Syndrome cérébelleux						2	2
Dégénérescence spino cérébelleuse		1				3	
Suspicion de tumeur de la fosse postérieure		1					
Neurinome de l'acoustique opéré		2					
Maladie de PARKINSON		1					
Syndrome du tronc cérébral		1			1	2	
Syndrome vasculaire protubérantiel	1						
Syndrome de FOVILLE						1	
Syndrome bulbaire				1			
Syndrome d'AVELLIS			1				
Syringomyélie						1	
Syndrome de MILLER-FISCHER		1					
Perte de connaissance après traumatisme crânien		1				2	1
Nystagmus congénital						1	
Ophtalmoplégie		1					
Lipothynie							1
Neurotonite vestibulaire							1
Vertiges		1				2	

TABLEAU III

- 54 -

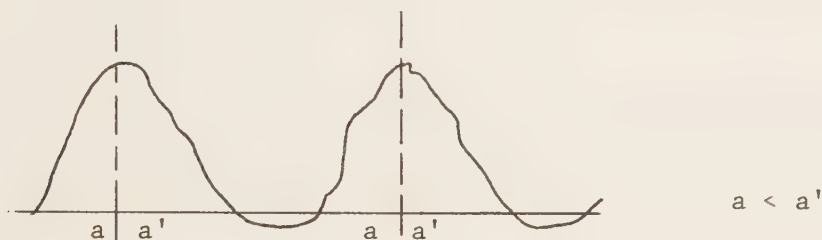
ETIOLOGIE	Tracé normal	Tracé de type périphérique	Tracé de type central	Tracé non fait ou non interpretable
Dépression chez un éthyl			1	
Syndrome confusionnel	1			
Encéphalopathie			2	
Crises convulsives	6		1	
Sclérose en plaques avérée	6		11	2
Suspicion de sclérose en plaques	8		6	
Syndrome de DEJERINE ROUSSY	1			
Pinéalome				1
Hémi-syndrome cérébelleux	1		1	
Syndrome cérébelleux			4	
Dégénérescence spino-cérébelleuse	2		2	
Suspicion de tumeur de la fosse postérieure			1	
Neurinome de l'acoustique opéré			2	
Maladie de PARKINSON	1		2	
Syndrome du tronc cérébral		1	3	1
Syndrome vasculaire protubérantiel			1	
Syndrome de FOVILLE	1		1	
Syndrome bulbaire			1	
Syndrome d'AVELLIS			1	
Syringomyélie			2	
Syndrome de MILLER-FISCHER				1
Perte de connaissance après traumatisme crânien	2	2	5	
Nystagmus congénital			1	
Ophtalmoplégie	1		1	
Lipothynie	1		1	
Neurotonite vestibulaire		1		
Maladie de MENIERE		1		
Vertiges	1	1	3	
Fonctionnels	4			

- 1) Tracé normal : Se définit par une sinusoïde régulière :



- 2) Courbe asymétrique : Correspond à une différence de pente et s'observe généralement en cas de nystagmus unilatéral horizontal.

Le schéma ci-dessous, montre qu'il existe également dans ce type de courbe, une série d'irrégularités non systématisées du tracé de base.



- 3) Courbe en escalier : L'allure générale de sinusoïde est conservée, mais le tracé est formé d'une succession de verticales et d'horizontales.



- 4) Courbe complexe : Lors de l'association d'un nystagmus horizontal et d'un nystagmus vertical on peut observer une succession de verticales entrecoupées de plateaux en dents de scie : c'est la courbe de type complexe. Mais cette courbe peut s'observer dans d'autres cas.



5) Courbe anarchique :

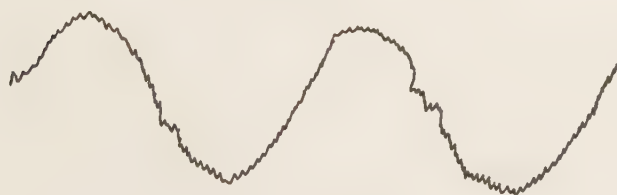
Il s'agit d'une courbe impossible à systématiser où seule persiste l'allure générale du tracé de base.

Peut s'observer en cas de nystagmus multiple.



6) Courbe en dents de scie :

Est constituée d'un ensemble de petits pics, répartis tout au long du tracé. Ce tracé est pratiquement constant en cas de nystagmus vertical.



7) Courbe triangulaire :

On note, dans ce type de courbe, la disparition de l'allure harmonieuse de la sinusoïde, qui laisse la place à une ligne brisée.



- En fonction des étiologies rencontrées ces courbes peuvent être classées selon le tableau IV.

(Voir tableau n° IV).

TABLEAU IV

- 57 -

ETIOLOGIE	Tracé normal	Courbe asymétrique	Courbe en escalier	Courbe complexe	Courbe anarchique	Courbe en dents de scie	Courbe triangulaire
Dépression chez un éthyl					1		
Syndrome confusionnel		1					
Encéphalopathie				1	1		
Crises convulsives	3	1	1			2	
Sclérose en plaques avérée	3	7	3	2	3	1	
Suspicion de sclérose en plaques	4	4	1	2	1	2	
Syndrome de DEJERINE ROUSSY	1						
Pinéalome				1			
Hémi-syndrome cérébelleux				1		1	
Syndrome cérébelleux		1	1	2			
Dégénérescence spino cérébelleuse		1		3			
Suspicion de tumeur de la fosse postérieure					1		
Neurinome de l'acoustique opéré			1			1	
Maladie de PARKINSON	1				1	1	
Syndrome du tronc cérébral		2	1	1	1		
Syndrome vasculaire protubérantiel			1				
Syndrome de FOVILLE			1		1		
Syndrome bulbaire				1			
Syndrome d'AVELLIS			1				
Syringomyélie	1			1			
Syndrome de MILLER-FISCHER					1		
Perte de connaissances après traumatisme crânien	4		2		1	2	
Nystagmus congénital							1
Ophtalmoplogie					2		
Lipothynie	1	1					
Neurotonite vestibulaire	1						
Maladie de MENIERE	1						
Vertiges	2				1	2	
Fonctionnels	4						

Conclusions :

L'étude de ce dernier tableau permet de conclure que les atteintes vestibulaires de type périphérique répondent en général à l'épreuve de poursuite oculaire par un tracé normal.

Au contraire les lésions centrales entraînent des perturbations plus ou moins importantes de la sinusoïde.

Nos étiologies sont trop diversifiées pour que l'on puisse tirer de cette étude des éléments statistiques plus précis.

Il semble cependant que la sclérose en plaque, avec atteinte vestibulaire, reproduit le type de courbe que nous avons défini sous le titre de courbe asymétrique.

Parmi les cent dossiers qui ont fait l'objet de notre étude, nous avons sélectionné sept courbes, représentatives des différents types de tracé que nous avons décrits plus haut.

- a) Le premier tracé (photographie n° 1) représente une courbe sinusoïdale régulière réalisée chez un témoin ne présentant aucune affection particulière.

Nous rappelons que sur ces photographies :

- . La courbe supérieure correspond à l'amplification par courant alternatif des potentiels d'action recueillis par les deux électrodes verticales.
- . La courbe centrale correspond à l'amplification par courant alternatif des potentiels d'action recueillis par les deux électrodes horizontales.
- . La courbe inférieure correspond à l'amplification par courant continu.

La flèche indique un "crochet" dû au relâchement de l'attention.

- b) Le deuxième tracé (photographie n° 2) représente une courbe de type asymétrique enregistrée chez un malade atteint d'une sclérose en plaque évoluant depuis plus de 20 ans.

L'examen clinique ne montrait aucun signe vestibulaire spontané en particulier pas de nystagmus spontané ou révélé.

L'épreuve calorique froide de BARANY (25 cc d'eau à 20°C.) fournissait des réponses vives avec vertige très intense, nausées, déviation homolatérale des index. A noter que l'on n'obtenait pas de nystagmus rotatoire en position III de BRUNINGS et ce des deux côtés.

- c) La troisième tracé (photographie n° 3) représente un courbe dite : "en escalier". Elle a été enregistrée chez un malade présentant :

1) parésie du voile droit

2) parésie de la corde vocale droite

Il s'agit donc d'un syndrome d'AVELLIS (atteinte globale du pneumogastrique droit.

3) Un nystagmus spontané dans le regard latéral droit et gauche, à petite composante horizontale avec très nette composante verticale.

Par ailleurs l'épreuve pendulaire avec électronystagmographie (ENG) montrait un tracé avec micro-écriture de type central.

- d) Le quatrième tracé (photographie n° 4) a été obtenu chez un jeune malade de 24 ans atteint d'un hémangioblastome du cervelet. Ce tracé "complexe" a été réalisé avant l'intervention. L'observation clinique notait à ce moment là :

1) un nystagmus spontané horizontal battant dans le regard latéral vers la gauche.

2) Un élargissement du polygone de sustentation à la marche et un torticollis.

3) L'épreuve vestibulaire pendulaire avec ENG montrait un aspect d'hyper-excitabilité vestibulaire bilatéral et symétrique.

- e) Le cinquième tracé (photographie n° 5) est de type anarchique. Il a été obtenu chez une malade âgée de 57 ans chez qui l'on suspectait une tumeur de la fosse cérébrale postérieure.

L'examen notait un nystagmus spontané dans toutes les positions du regard : regard vertical supérieur et inférieur, regard latéral droit et gauche. Ce nystagmus était essentiellement à composantes horizontales, dans toutes les positions du regard, et présentait un caractère pendulaire.

L'épreuve pendulaire avec ENG montrait de grosses perturbations intéressant la totalité du tracé, ce qui confirmait le caractère central des lésions.

- f) Le sixième tracé (photographie n° 6) représente une courbe en dents de scie, obtenu chez un malade de 62 ans présentant un hémisyndrome cérébelleux gauche d'intallation brutale d'origine vasculaire. A l'examen on notait un nystagmus spontané horizontal battant peu à droite et beaucoup plus à gauche.

L'épreuve calorique froide de BARANY donnait l'impression d'une hypo-excitabilité vestibulaire droite.

L'épreuve vestibulaire pendulaire avec ENG confirmait le déficit vestibulaire droit.

- g) Le dernier tracé (photographie n° 7) représente une courbe dite triangulaire. Le malade âgé de 14 ans présentait un nystagmus congénital.

Ce nystagmus était très net dans le regard de face, discrètement atténué dans le regard latéral droit.

L'épreuve vestibulaire pendulaire avec E.N.G. montrait un tracé anarchique.

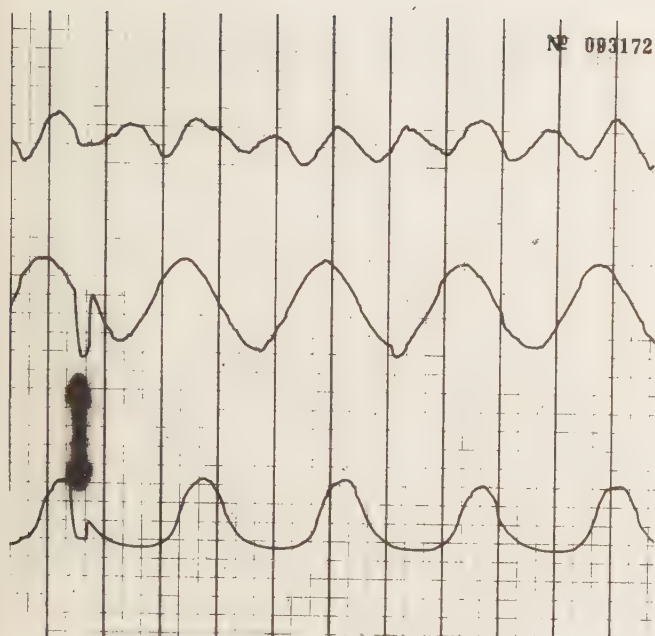


Photo 1

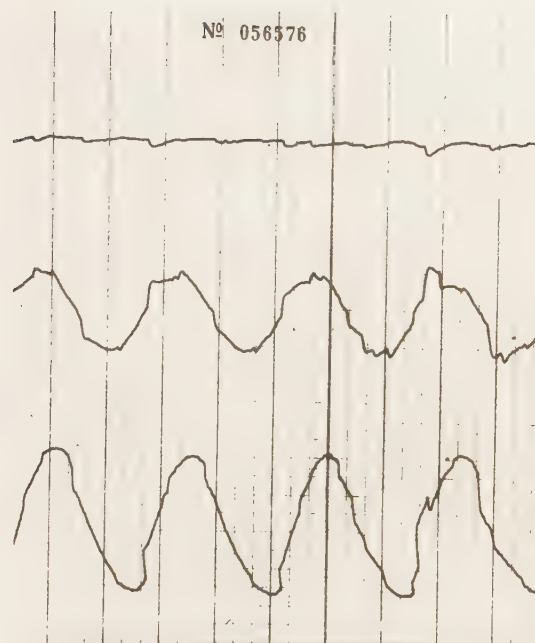


Photo 2

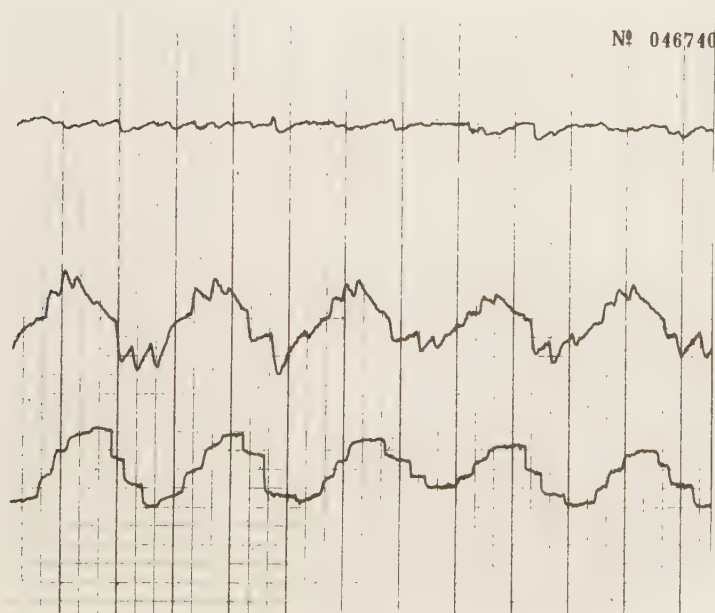


Photo 3

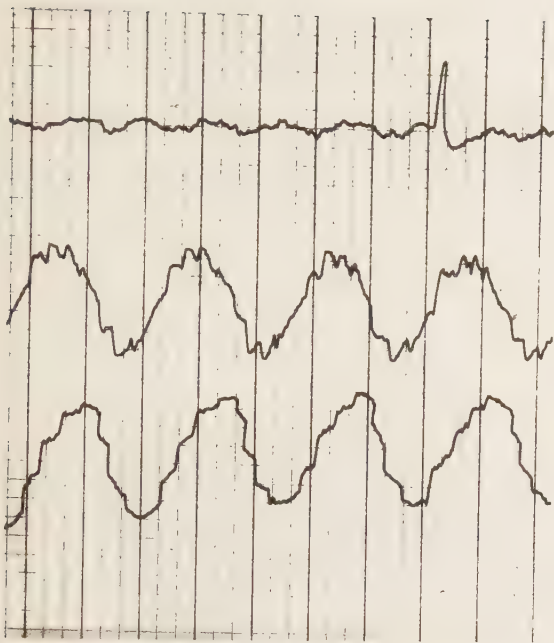


Photo 4

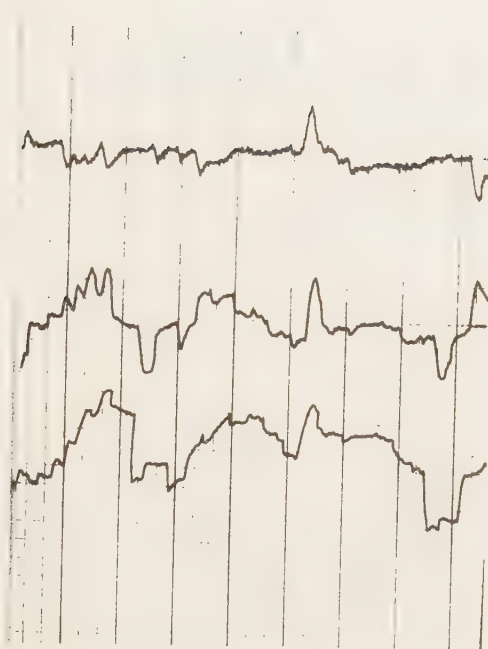


Photo 5

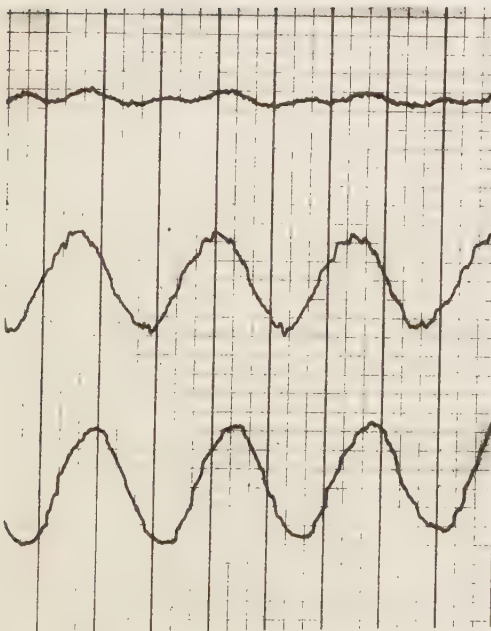


Photo 6

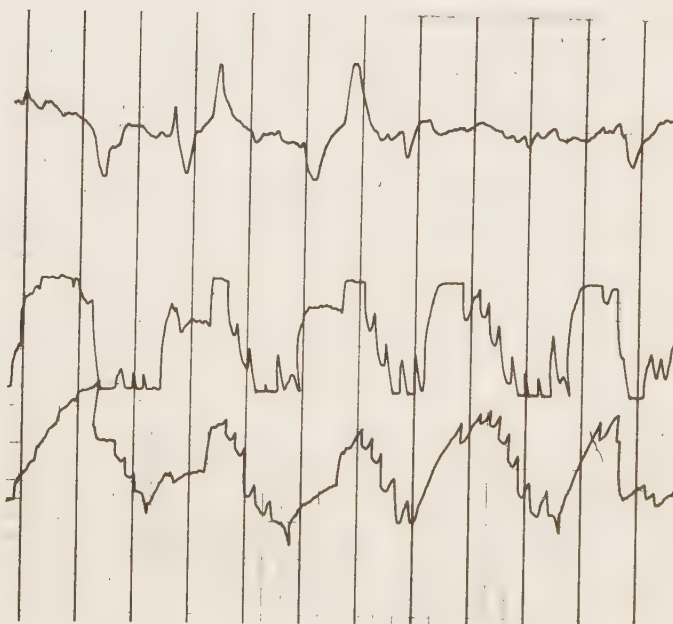


Photo 7

C O N C L U S I O N S

GENERALES

Dans ce travail, nous avons étudié la synergie et la régularité des mouvements oculaires, dont l'enregistrement électronystagmographique, réalisé essentiellement en dérivations horizontales, revêt l'aspect d'une sinusoïde régulière dont l'amortissement lent correspond au mouvement du pendule.

Nous avons vu qu'une asynergie des mouvements oculaires conduit à une désorganisation plus ou moins importante de la courbe obtenue et nous avons constaté qu'un nystagmus spontané, lorsqu'il est de type central, c'est à dire inhibé par la fixation, vient se surajouter au tracé de base.

Par ailleurs, on connaît les difficultés parfois rencontrées pour préciser si une séméiologie vestibulaire est d'origine centrale ou périphérique. En particulier l'épreuve vestibulaire pendulaire avec enregistrement électronystagmographique, ne permet pas dans tous les cas de fournir des précisions quant à la topographie des lésions responsables des manipulations cliniques.

Il est donc utile de disposer d'une épreuve complémentaire, qui devant un vertige permet d'orienter le diagnostic vers une atteinte périphérique ou vers une atteinte centrale.

Sous cet aspect l'épreuve de poursuite oculaire d'un pendule constitue un élément intéressant du bilan vestibulaire :

- 1) Les atteintes vestibulaires périphériques fournissent des tracés réguliers identiques aux tracés normaux.

Les atteintes centrales entraînent une désorganisation plus ou moins complète de la courbe.

- 2) Un nystagmus spontané périphérique n'apparaît généralement pas sur la courbe sinusoïdale ; un nystagmus central, peu atténué par la fixation, apparaît habituellement très nettement.

Enfin le nystagmus congénital fournit un tracé tout à fait caractéristique.

Le Directeur de l'U.E.R. LYON-NORD

Professeur André BERTOYE

Le Président de la Thèse

Professeur MOUNIER-KUHN

VU et Permis d'imprimer
LYON, le 21 Juin 1972

Le Premier Vice Président de
l'Université CLAUDE BERNARD

R. TOURAINE

B I B L I O G R A P H I E

- ABOULKER (P.) ; PIALOUX (P.) ; NEVEU (M.) ; BUTRUILLE (P.) et BOUCHET (J.)
Syndromes vestibulaires et nystagmographie.
Librairie ARNETTE (3ème trimestre 1963).
- APPAIX (A.) ; HENIJ (J.) et al.
Intérêt du test pendulaire dans l'exploration labyrinthique.
Rev. oto-neuro-opht. (Paris), 1970, 42, n° 1, pp. 17-20.
- ASHBY (W.R.)
Introducción a la cibernética ;
Nueva Vision. Buenos Aires, 1960.
- BARBER (H.O.)
Positional nystagmus : test and interpretation.
Ann. Otol. (St-Louis), 1964, t. 73, n° 3, pp. 838-850.
- BELKAHIA (A.) ; ANDRIANJATOVO (J.) et al.
Etude électronystagmographique des scléroses en plaques à la phase du début.
Ann. otolaryng., Paris, 1970, 87, n° 9, pp. 573-580.
- BENITEZ (J.T.)
Les tests optocinétiques et de poursuites par les yeux.
Une valeur diagnostique dans les troubles vestibulaires périphériques et centraux.
Laryngoscope, juin 1970, 80, n° 6, 834-848, 6 fig.
- BERTONI (R.)
Pendular electronystagmography (E.N.G.), its value, its indications.
Rev. Corps Sante Armées 11 ; 217-22 Ap 70.

- BREMOND (G.) et al
Pendular electronystagmography (P.E.N.G.). Its value and indications.
Presse medicale 77 ; 1869-70 Nov. 69.
- BRUNETTE (J.R.)
Le nystagmus optocinétique.
Evaluation et signification.
En. Méd. Can., 1964, t;93, n° 8, pp. 991-992.
- CAMARDA (V.) et PIZZICHETTA (V.)
Valori medionormali della risposta nistagmica nella prova di
veits determinati con elettro-nistagmografia.
Valsalva, 1963, t. 39, n° 6, pp. 349-357.
- CAPELLA (G.) ; GACIA PIRIS (A.)
El aparato-vestibular y la patologia de los vertigos.
Monografias Médicas.
- CASTANERO
Nystagmus Ocular.
- CORVERA (J.) ; SOMONTE (R.) ; TORRES (G.) ; LOPEZ (R.)
Une nouvelle méthode dans le diagnostic différentiel des lésions
périphériques et des lésions centrales des voies vestibulo-oculomotrices
Rev. de Laryngologie otologie-rhinologie n° 11-12 Nov. Déc. 1968.
Publiée par PORTMANN G.
- DELMAS (J.) ; DELMAS (A.)
Voies et Centres nerveux.
Masson et Cie, éditeurs, Paris 1969.
- DUKE-ELDER (W.) ; STEWART
"Text Book of ophthalmology"
Vol. I. The development form and function of the visual apparatus
Henry Kimpton. Londres, 1932.
- DUKE-ELDER (W.) ; STEWART
"Text Book of ophthalmology"
Vol. IV. The neurology of vision motor and optical anomalies.
Henry Kimpton. Londres, 1949.
- DUKE-ELDER (W.) ; STEWART
"System of ophtalmology"
Vol VII. The foundations of ophtalmology.
Henry Kimpton. Londres, 1962.

- DUKE-ELDER ; WYBAR
"System of ophthalmology"
Vol. II. The anatomy of the visual system.
Henry Kimpton. Londres, 1961.
- ELBAZ (P.) ; LAURENT (J.G.)
Examen vestibulaire.
E.M.C., O.R.L., fasc. 20040 A10, 1-1971, p. 15.
- GREINER (G.J.) ; CONRAUX (C.) et COLLARD (M.)
Vestibulométrie.
Ed. DOIN DEREN & Cie (Avril 1969).
- GREINER (G.F.) ; THIEBAUT (F.) et Al.
Techniques d'enregistrement de la secousse nystagmique.
Intérêt et premiers résultats comparatifs.
Rev. neurol. 1966, t. 115, n° 3, pp. 384-389.
- HAGUENAUER (J.P.) et Coll.
Intérêt des épreuves de poursuite oculaire dans le diagnostic en
oto-neurologie.
J.F. O.R.L. ; Vol. 21 n° 1, Janvier 1972.
- HENIN (J.) et al.
Aspects of pendular electronystagmography in multiple sclerosis.
Value of simultaneous consideration of excitability thresholds and
adaptability slopes.
Rev. Otoneuroophthalmol 43 : 75-7 Mar 71.
- HENIN (J.) ; KAPHAN (G.) et al.
Intérêt clinique de la pente des électronystagmogrammes pendulaires
et la notion d'adaptabilité.
Soc. Franç. O.R.L., Congrès C.R., 1969, 66, pp. 210-214.
- JUNG (R.) et KORNHUBER (H.)
Résultats de l'électronystagmographie chez l'homme :
valeur du nystagmus optocinétique, vestibulaire et spontané pour
le diagnostic et la recherche neurologique.
Le système oculo-moteur.
Harper et Row, New York, 1964, 221-230.
- KESTEN BAUN (A.)
"Nystagmographie photo-électrique".

- KESTEN BAUN (A.)
"Clinical Methods of Neuro Ophthalmologic Examination".
Grune & Stratton, New York, London 1961.
- KESTEN BAUN (A.)
"Nouvelle opération pour le nystagmus".
New York. Soc. Clin. Ophthal., 4 mayo 1953.
Amer. J. Ophthal. 1954. 38-6. 860.
- KESTEN BAUN (A.)
"Une nouvelle opération du nystagmus".
Soc. Ophthal. Paris, 20 Junio 1953.
Bull. Soc. Ophthal. Fr. 1953. 6. 599-602.
- KESTEN BAUN (A.)
"Opération du nystagmus".
Intern. Cong. Ophthal. Montréal, New York, 10-17 septembre 1954.
Acta Concil. Ophthal. 1954. 2 1071-1079.
- KESTEN BAUN (A.)
"Nystagmographie mécanique, photographique, photo-électrique".
- KESTEN BAUN (A.)
"Le nystagmus"
Revue de la Littérature de 1946 à 1954".
Advanc. Ophthal. 1957. 7. 221-286.
- KESTEN BAUN (A.)
"Nystagmus"
Amer Orthop. J. 1958, 8, 151-154.
- KESTEN BAUN (A.)
"4 sortes de nystagmus".
N. de fixation, N. vestibulaire, "Gaze Nystagmus", N. de convergence.
- KORNHUBER (H.H.)
Physiologie und Klinik des vestibularen Systems.
Arch. Ohr., Nas. H.
Kehlk.-Heilk., T. 194, n° 2, pp. 150-151, 1069.
- LANGE (G.) et KORNHUBER (H.H.)
Nichtwahrnehmung der Augenbewegungen, und Corneoconjunctivale
Entstehung des subjektives Augenzuges beim vestibularen Nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm), 1964, t. 58, n° 6, pp. 503-509.

- DE LATIL, PIERRE
"El pensamiento artificial".
Editorial Losada, Buenos Aires, 1958.
- LINKSZ, (A.)
"Physiology of the Eye"
Vol. II. Grune & Stratton, New York, 1952.
- MASPETIOL (R.) ; SEMETTE (D.) et JACKOWSKA-HEDEMANN (A.)
Epreuve du pendule et nystagmographie.
Rev. Laryng., Janv.-Fév. 1967, 88, n° 1-2, 43-59, 10 fig.
- MICHEL (J.) ; RICHARD (J.) et al.
Intérêt de la recherche du nystagmus spontané et du nystagmus de position.
Notion de nystagmus captif. Techniques de libération.
J. franç. oto-rhino-laryng. 1970, 19, n° 8, pp. 639-643.
- MONTANDON (A.)
Les nouvelles méthodes d'exploration vestibulaire et leur application en clinique oto-neurologique.
Un. Med. Canada, 1965, t. 94, n° 7, pp. 845-851.
- MONTANDON (A.) ; MONTANDON (P.) et Al.
Nystagmus central et nystagmus périphérique.
Acta oto-laryng. (Stockholm), 1965, t. 59, n° 2-4, pp. 320-328.
- MORGON (A.) CHARACHON (D.) et al.
Etude du seuil. Le seuil en E.N.G. pendulaire chez les sujets normaux.
Rev. laryng. (Bordeaux), 1970, 91, Suppl. (Nov.), pp. 864-872.
- OLAIZOLA (F.) ; FERNANDEZ (F.) et al.
Exploration électronystagmographique du nystagmus spontané.
Rev. Laryng. (Bordeaux). 1970, 91, n° 11-12, pp. 996-1008.
- PANSINI (M.) ; PADOVAN (I.) et al.
Nouvelles possibilités des analyses dans l'électronystagmographie.
Rev. Laryng. (Bordeaux), 1970, 91, n° 11-12, pp. 973-995.
- PHILIPSZOON (A. J.)
Mouvements compensatoires des yeux et nystagmus.
Acta oto-rhino-laryng. belg. 1963, t. 17, n° 4, pp. 411-423.

- PIALOUX (P.) et BURGEAT (M.)
Essai d'anatomo-physiologie du nystagmus.
Problèmes actuels oto-rhino-laryng. 1967, pp. 83-101.
- PIALOUX (P.) et FONTELLE (P.)
Electro-nystagmographe - Techniques. Appareillage. Résultats.
Rev. praticien. T. 20, n° 13 bis, pp. 2325-2262; 1970.
- ROMBERG (F.) et coll.
Rapport entre la vraisemblance et le phénomène objectif dans la stimulation variable de l'appareil vestibulaire et la stimulation pendulaire optocinétique de la rétine.
Pflugers Arch. Physiol., 1951, 254, 98-106.
- SMITH (C.)
Measurement of nystagmus using électronystagmography (eng). J. speech. dis., 1967, t. 32, n° 2, pp. 133-148.
- STROUD (M.)
Electronystagmography.
Arch. oto-laryng., 1966, t. 84, n° 6, pp. 78-80.
- VAN DE CALSEYDE (P.) ; AMPE (W.) ; DEPONDY (M.)
Les données de l'E.N.G. dans l'épreuve rotatoire sinusoïdale amortie.
Acta. oto-rhino-laryngol. belg. 1969, 23, 99, 336.
- WALSH ; FRANK (B.)
"Clinical Neuro-Ophtalmology"
The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1947.
- WALSH ; GEOFFREY (E.)
"Fisiologia del sistema nervioso".
Ed. "El Ateneo" Buenos Aires. 1960.

TABLE des MATIERES

- INTRODUCTION	1
- PLAN	2
- CHAPITRE I	
<i>Principe de l'enregistrement</i>	4
- CHAPITRE II	
<i>Statique du globe oculaire</i>	11
- CHAPITRE III	
<i>Nystagmus spontanés</i>	36
- CHAPITRE IV	
<i>Courbes enregistrées pendant l'épreuve du pendule (résultats)</i>	42
- CHAPITRE V	
<i>Analyse des tracés</i>	51
- CONCLUSIONS	
<i>Générales</i>	63
- BIBLIOGRAPHIE	65

